



This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

- + *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
- + *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
- + *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
- + *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at <http://books.google.com/>

HARVARD UNIVERSITY



**LIBRARY OF THE
MINERALOGICAL
LABORATORY
UNIVERSITY MUSEUM**

Vol. III: Part 1.

1896.

No. 5.

BULLETIN
OF
THE GEOLOGICAL INSTITUTION
OF
THE UNIVERSITY OF UPSALA.

EDITED

BY

HJ. SJÖGREN.

UPSALA 1897

ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-AKTIEBOLAG

BULLETIN

OF

THE GEOLOGICAL INSTITUTION

OF

THE UNIVERSITY OF UPSALA.

EDITED

BY

HJ. SJÖGREN.



UPSALA 1897
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-AKTIEBOLAG

I. Über *Dictyonema cavernosum* n. sp.

von

Carl Wiman.

Hierzu Pl. I.

Schon in meinen beiden letzten Arbeiten von 1895 und 1896 über Graptoliten¹ habe ich angedeutet, dass ich die innerhalb der Dendroideen aufgestellten Gattungen auf Charakteren oder Merkmalen eines wenigstens unbekannten Werthes gegründet halte.

Da ich jetzt wie damals der Ansicht bin, dass genügendes Material für eine Revision der Dendroideengattungen noch nicht vorliegt, hauptsächlich weil so wenige Proximalenden bekannt sind, wäre es vielleicht das richtigste alle Arten einstweilen mit einem gemeinsamen Namen zu bezeichnen, welcher nur andeuten würde, dass sie Dendroideen wären, etwa so wie man einen Trilobiten von unbekannter oder unvollständig bekannter generischen Stellung mit dem Namen *Trilobites* belegt. Ein solcher Name für Dendroideen findet sich aber nicht, und ein nach derselben Norm wie *Trilobites* neugebildeter Name würde eine Form erhalten, welche schon als Gattungsname Verwendung gefunden, da die beiden Namen *Dendrograptus* und *Cladograptus* solche sind. Ausserdem bin ich, was mich betrifft, entschieden dagegen, neue Namen, besonders Interimsnamen, einzuführen, wenn es nicht ganz notwendig ist.

Einen anderen Namen, dem der *Trilobites* analog, nämlich *Graptolites* zu verwenden, finde ich auch nicht geeignet, da er sowohl Graptoloideen, und vielleicht besonders diese, Retioloideen und Dendroideen umfasst und mithin ein gar zu weiter Begriff ist.

Ich folge also jetzt derselben Methode wie in meiner Arbeit von 1895 und füge, so gut ich es nur kann, die beschriebene Art in eine der alten Gattungen ein, im vorliegenden Fall *Dictyonema*, jedoch mit der ausdrücklichen Reservation, dass ich nicht der Ansicht bin, dass der Name *Dictyonema* eine wirkliche Gattung bezeichnet.

¹ Über die Graptoliten. Bull. of the Geol. Instit. of Upsala No. 4. Vol. II. Part. 2. 1895
The Structure of the Graptolites. Natural Science. Vol. IX. p. 186 und 240. 1896.

Dass ich den Namen *Dictyonema* gewählt, beruht darauf, dass in der 1852 in *Paleontology of New York* Vol. II p. 174 von J. HALL aufgestellten Diagnose der Gattung *Dictyonema* nichts anderes erwähnt ist, was diese Gattung von mehreren anderen Dendroideen trennen könnte, als die Befindlichkeit der Verbindungsfäden zwischen den Aesten. Auch wird ja die Korb- oder Dütenform als für *Dictyonema* charakteristisch gehalten.

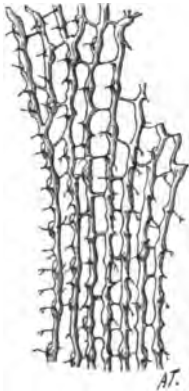
Eine Stütze für diese Verfahrungsweise habe ich auch darin, dass HOLM, und zwar auch mit einer gleichartigen Reservation wie die meinige, 1890 unter dem Namen *Dictyonema* eine dieser wahrscheinlich nahestehende Art, *Dictyonema cervicorne* HOLM beschreibt¹.

Es handelt sich von der unten beschriebenen Art, als ich 1896 von einer »still undescribed form« sprach.

***Dictyonema cavernosum* n. sp.**

Nach dem Proximalende, Taf. I Fig. 1, nach den losen Zweigfragmenten Taf. I Fig. 2 und nach grösseren zusammenhängenden Stücken,

Fig. 1. ¼



Textfigur 1, des Netzwerkes zu urteilen hatte das Rhadosom die Form einer engen nach oben vielleicht etwa cylindrischen, nach unten stumpf zugespitzten Düte. Es scheint mir nämlich wahrscheinlich, dass Stücke wie das Fig. 1 abgebildete mit wenig verästelten, etwa parallelen Zweigen ihren Platz mehr distal gehabt und die reicher verzweigten Stücke wie das Original der Fig. 2 an der Tafel mehr proximal gesessen haben.

Der Einfachkeit halber beschreibe ich jetzt zuerst die Zweige, den Thecalban derselben und die Verästelung und dann erst das Proximalende.

An den Zweigen kommen auf 10 mm. 17—20 Thecen. Die Figuren 3 und 4 der Tafel stellen dasselbe Zweigstück in etwas verschiedenen Lagen dar. Die Thecen haben eine ganz gewöhnliche Form etwa wie bei *Monograpti erecti*, *Dictyonema cervicorne*, *D. peltatum*, *D. rarum* und *Dendrograptus? oelandicus*, nicht wie bei *Dictyonema tuberosum*. An die *Dictyonema cervicorne* erinnert die Art auch dadurch, dass der Aussenrand jeder Theca vertikal gegen die Längsachse des Zweiges in einen gegabelten Dorn hinausgezogen ist. Der Dorn ist jedoch bei dieser Art bei weitem nicht so lang wie bei *D. cervicorne*. Auf dem abgebildeten Zweigstücke sind sie theils abgebrochen, theils secundär nach oben umgebogen worden. Links an der Textfigur 1 nehmen sie ihre natürliche Lage ein. Ausser bei diesen beiden Arten habe ich solche Gabeln auch an den proximalen Thecen bei *Dictyonema peltatum* beobachtet. Ausser den Thecen sehen wir an diesen Figuren auch die rechts und links bei jeder Theca alternierend stehenden, etwas blasig aufgetriebenen Gonangien.

¹ Gotlands Graptoliter. Bihang till K. Vet. Akad. Handlingar. Bd. 16. Afd. IV. N:o 7.

Von innen aus haben sie das Aussehen kleiner Nischen, daher der Name *cavernosum*. Die Gonangien sind bei dieser Art im Äusseren mehr sichtbar als bei anderen Dendroideen, die ich beschrieben. So scharf vom Zweige abgesetzt wie bei der Art HOLMS *D. cervicorne* sind sie jedoch nicht. Die Gonangien dieser letzten Art haben auch eine ganz andere Form und sind nach oben offen; bei *D. recessatum* öffnen sie sich gegen die Thecaseite des Astes.

Ausser Thecen und Gonangien sieht man auch an den Figuren 3 und 4 abgebrochene Stücke von Verbindungsfäden in einer Anzahl von neun. Aus der Textfigur 1 erhalten wir einen Begriff von der Frequenz der Verbindungsfäden.

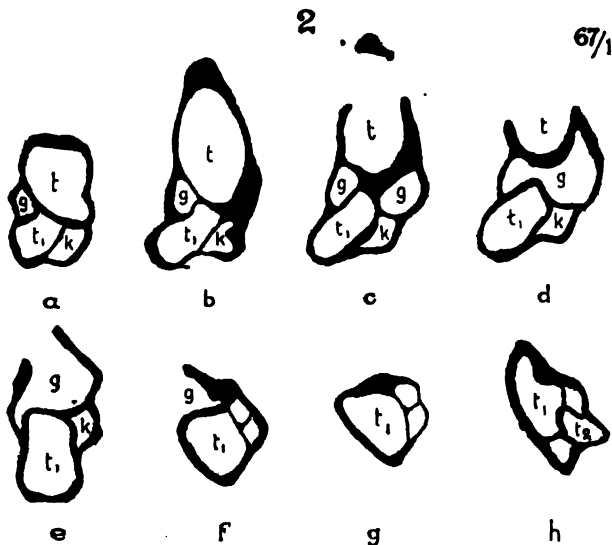
Wir gehen jetzt auf die Untersuchung des Thecalbaues über, wobei ich mich wie gewöhnlich einer Schnittserie bediene.

Erklärung der Textfigur 2.

Die Schnitte sind von unten gesehen, Vergrößerung: $67/1$.

Zwischen *a* und *b* sind 4 Schnitte um 20 μ .

»	<i>b</i>	»	<i>c</i>	»	1	»	»	20	»
»	<i>c</i>	»	<i>d</i>	»	0	»	»	20	»
»	<i>d</i>	»	<i>e</i>	»	1	»	»	20	»
»	<i>e</i>	»	<i>f</i>	»	5	»	»	20	»
»	<i>f</i>	»	<i>g</i>	»	1	»	»	20	»
»	<i>g</i>	»	<i>h</i>	»	7	»	»	20	»



Auf dem Schnitt *a* ist *t* eine Theca so auch *t*₁, *k* ist ein Knospungsindividuum und *g* ist ein Gonangium. Auf Fig. *b* steht *t* im Begriff zu münden. Rechts unten scheint es, als ob das Periderm stärker geworden;

dies ist aber nicht der Fall. Dieses Aussehen des Schnittes rührt daher, dass die Wandung des gegen rechts umbiegenden Gonangiums der Länge nach ist getroffen worden. Um dem Gonangium Platz zu machen fängt auch das Knospungsindividuum k schon auf diesem Schnitt an, ein wenig bei Seite geschoben zu werden. Dies ist am Schnitte c noch mehr der Fall und hier wird auch das Gonangium auf zwei rechts und links gelegenen Stellen durchschnitten. In der Mitte, mithin zwischen den beiden mit g bezeichneten Löchern, wird fortwährend nur die untere Wand des quer im Zweige liegenden Gonangiums getroffen. Auf diesem Schnitte mündet die Theca t . Auf Fig. d ist von der Theca wenig übrig. Die beiden auf Fig. c mit g bezeichneten Löcher sind zusammengefloßen, was bedeutet, dass das quer liegende Gonangium der Länge nach ist überschritten worden. Auf Fig. e ist die Theca, t_1 am Ende und der Schnitt enthält nur das blasenförmig aufgetriebene Gonangium g , die Theca t_1 , und das Knospungsindividuum k . Im Schnitte f ist von der Wand des Gonangiums wenig übrig. Dagegen sehen wir, dass das ehemalige Knospungsindividuum k jetzt drei neue Individuen enthält. Von diesen ist das kleine in der Mitte eine Theca, welche als t_3 hätte bezeichnet werden können. Das obere ist ein Gonangium g_2 , das untere ein neues Knospungsindividuum k_2 . Dass diese drei neue Individuen nicht schon auf dem Schnitte a , oder noch eher erscheinen, beruht wahrscheinlich auf mangelhaftem Erhaltungszustand dieses Exemplars, denn auf anderen Exemplaren dieser Art habe ich die drei gewöhnlichen, neugebildeten Individuen in viel jüngerem Stadium, als sie auf Fig. 4 einnehmen, gesehen. Auf Fig. g ist das Gonangium am Ende. Auf Fig. h ist die Theca t_2 gewachsen, so dass dieser Schnitt das Spiegelbild der Fig. a ist, ein Spiegelbild, weil g und k im Verhältnisse zum g_1 und k_1 umgekehrt liegen. Die Gonangien münden mithin bei dieser Art etwa so wie bei *Dictyonema rarum*. Das heisst, sie drängen sich zwischen die zu mündende Theca und die anderen Individuen, um sich an die entgegengesetzte Seite des Astes zu stellen. Es bleibt jedoch ein Unterschied darin, dass das Gonangium, oder vielmehr der chitinisierte Teil der Wandung, bei *D. rarum* geschlossen bleibt, bis er die entgegengesetzte Seite erreicht hat, wo er einfach als ein kleines Loch mündet. Bei dieser Art dagegen erreicht der chitinisierte Teil der Wandung des Gonangiums schon auf der Seite, wo es gebildet worden, am Grunde einer Nische, die Aussenseite des Astes aber drängt sich offen zur anderen Seite hinüber und bildet dort die oben erwähnte blasenförmige Auftreibung.

Ich gehe jetzt zu einer Darstellung des Verzweigungsvorganges über.

Erklärung der Textfiguren 3 und 4.

Die Schnitte beider Figuren sind von der unteren Seite gesehen. Die Vergrößerung ist an der oberen Figur und der unteren eine verschiedene.

Die obere Figur: Vergrößerung $67\frac{1}{2}$.

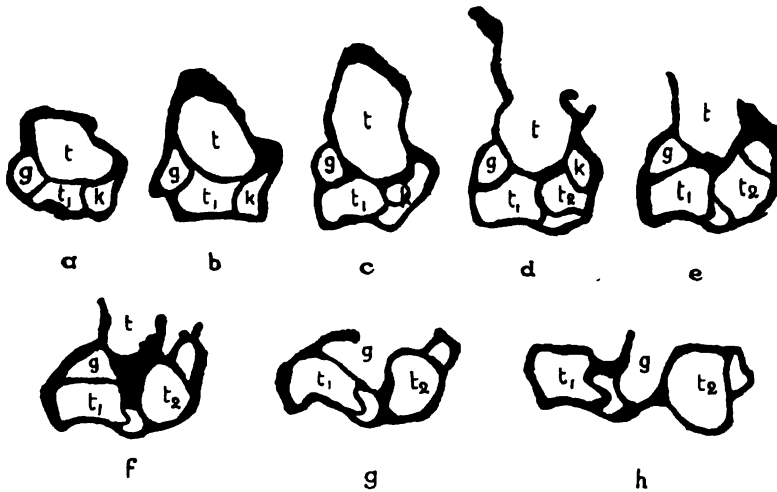
Zwischen *a* und *b* sind 1 Schnitte um 20 μ .

»	<i>b</i>	»	<i>c</i>	»	1	»	»	20	»
»	<i>c</i>	»	<i>d</i>	»	1	»	»	20	»
»	<i>d</i>	»	<i>e</i>	»	0	»	»	20	»
»	<i>e</i>	»	<i>f</i>	»	0	»	»	20	»
»	<i>f</i>	»	<i>g</i>	»	0	»	»	20	»
»	<i>g</i>	»	<i>h</i>	»	3	»	»	20	»

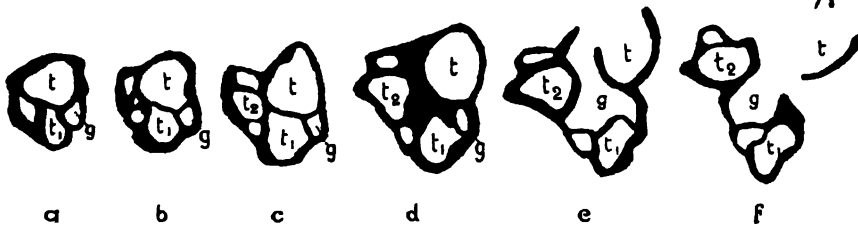
An der unteren Figur ist zwischen jedem Schnitt ein Schnitt um 20 μ .

In *a* und *b* Fig. 3 und *a* Fig. 4 erkennen wir einen ganz gewöhn-

3



4



lichen Schnitt wie *a* Fig. 2. *T* ist also eine Theca, *t*₁ eine zweite Theca, *g* ein Gonangium und *k* ein Knospungsindividuum. An *c* Fig. 3 und *b* Fig. 4 hat das Knospungsindividuum *k* drei neue Individuen sprossen lassen. An *c* Fig. 3 sieht man nur eines, *t*₃. Dass die beiden anderen nicht da sind, beruht auf dem schlechten Erhaltungszustand des Materials. An *b* Fig. 4 dagegen sieht man sie alle drei; hier ist das kleine in der

Mitte eine Theca t_3 . Stände nun nicht der Ast im Begriff sich zu verzweigen, wäre von den beiden übrigen das obere ein Gonangium, das untere ein Knospungsindividuum. Jetzt sind sie aber beide Knospungsindividuen. An d Fig. 3 und c Fig. 4 ist die Theca t_2 gewachsen, so auch die Theca t_1 , welche an d Fig. 3 sogar gemündet hat. Der Schnitt e Fig. 3 stellt etwa dasselbe Stadium wie der vorhergehende Schnitt dar, nur ist von der Theca t weniger übrig. Die Schnitte f Fig. 3 und d Fig. 4 sind sehr schwarz, was daher kommt, dass die Gonangien g im Begriff stehen, sich zur entgegengesetzter Seite, resp. nach rechts und links, durchzudrängen, und, wie dies gewöhnlich der Fall ist, zwischen die Theca t und die übrigen Individuen. Auf g Fig. 3 und e Fig. 4 haben die Gonangien g gemündet und zwar resp. an der rechten und linken Seite. An g Fig. 3 ist die Theca t ganz am Ende, an e Fig. 4 ist noch von derselben ein wenig übrig. Durch das Münden der Gonangien wird die Verteilung der übrigen Individuen in zwei Gruppen deutlich. Diese Schnitte sind, wie die Übrigen, Spiegelbilder von einander, weil die Verzweigung resp. in einem rechten und einem linken Knospungsindividuum begründet worden ist. Im Schnitte g Fig. 3 enthält die linke Gruppe die alte Theca t_1 , und ein junges Knospungsindividuum, welches ein Geschwisterindividuum der Beiden der rechten Gruppe ist. Diese enthält eine neue Theca b_2 , und ein Knospungsindividuum. Im Schnitte e Fig. 4 herrscht dasselbe Verhältniss mit dem obenerwähnten Unterschiede. Auch sind hier die Gruppen ein wenig mehr auseinander gerückt. An den Schnitten h Fig. 3 und f Fig. 4 spricht sich diese Auseinanderrückung der Gruppen deutlicher aus, die neuen Zweige sind fertiggebildet und trennen sich auf einem der nächsten Schnitte vollständig ab. Jede Art enthält eine Theca und ein Knospungsindividuum. Und läge das Material vollständig vor, hätte man wahrscheinlich schon vor diesem Schnitt in jedem der jungen Knospungsindividuen die drei gewöhnlichen neugebildeten Individuen sehen können. Die Verzweigung geht mithin hier auf dieselbe Weise vor sich wie bei *Dendrograptus*? *oelandicus* und *D.*? *balticus*: es wird über die Verzweigung hinaus nur ein altes Individuum, eine Theca mitgenommen. Bei *Dictyonema peltatum* dagegen enthielt der eine Ast eine alte Theca und der andere eine alte Theca und ein altes Gonangium.

Ich gehe jetzt zur Beschreibung des Proximalendes über.

Das Rhabdosom fängt mit einer Haftscheibe an, Fig. 1 an der Tafel. Diese ist mit radial geordneten Erhöhungen versehen, welche am Rande der Scheibe mehr oder weniger hervorstehen. Links an der Figur sieht man, wie eine solche Erhöhung wie ein Ausläufer die Scheibe verlässt. Am Hintergrund der Figur haben sich solche Ausläufer zu einer Art Netzwerk vereinigt. Ob diese Ausläufer, besonders der linke, als eigentliche knospungsfähige Stolonen zu betrachten sind, wüsste ich nicht zu sagen. Jedenfalls zeigen sie im Durchschnitt gar nichts was auf eine solche Möglichkeit schliessen liesse; so fern ich sehen kann, weichen sie in ihrem Bau in nichts wesentlichem von der Haftscheibe ab.

Von der Haftscheibe erhebt sich ein kleiner, kurzer, gedrängter Stamm, welcher etwa an der Mitte eine Theca trägt. Bei dieser Theca steht kein Gonangium, denn dasjenige Gonangium, welches hier hätte münden sollen, mündet, wie ich unten bei der Beschreibung der Serie näher erörtern werde, an der anderen Seite des Stammes unterhalb der Mitte ganz einfach mit einem Loch am Stamm und ist mithin an der Figur nicht sichtbar. Vor dem Zerschneiden des Exemplars hatte ich dieses Loch nur als eine Beschädigung angesehen, und das ist die Ursache, dass ich das Exemplar nicht auch von der anderen Seite abgebildet habe.

Oben an der ersten dichotomischen Verzweigung steht, wie gewöhnlich an den Verzweigungspunkten, auch anderer Arten, eine Theca mit ihrem Gonangium. Die Aeste verzweigen sich jetzt wiederholt dichotomisch auf die gewöhnliche Weise und verbinden sich hie und da mittels Verbindungsfäden. Ein Zusammenlaufen einmal gebildeter Aeste, wie bei *Dictyonema tuberosum* kommt bei dieser Art nie vor. Ob die gegabelten Ausläufer der im Verhältniss zum Aste äusseren Thecaränder hier sämmtlich abgebrochen sind, oder ob sie nie vorhanden gewesen, kann ich nicht entscheiden. Von den Verbindungsfäden abgesehen, erinnert ja das Proximalende dieser Art in der äusseren Form an *Odontocaulis keepingi* LAPW., nur dass diese Art an dem Stamm mehrere Thecen trägt.

Die Querschnittserie, welche an der Tafel abgebildet ist, ist aus dem Original der Figur 1 an der Tafel hergestellt worden. Die Serie umfasst 199 Schnitte um 20 μ und schreitet von unten nach oben fort, so dass jeder Schnitt von der Unterseite gesehen ist. Der erste abgebildete Schnitt, welcher übrigens stärker vergrössert ist als die übrigen, ist der Schnitt No. 19 und der letzte ist No. 77.

Zwischen	5	und	6	sind	1	Schnitte	um	20	μ
»	6	»	7	»	4	»	»	20	»
»	7	»	8	»	1	»	»	20	»
»	8	»	9	»	9	»	»	20	»
»	9	»	10	»	7	»	»	20	»
»	10	»	11	»	2	»	»	20	»
»	11	»	12	»	2	»	»	20	»
»	12	»	13	»	2	»	»	20	»
»	13	»	14	»	2	»	»	20	»
»	14	»	15	»	4	»	»	20	»
»	15	»	16	»	3	»	»	20	»
»	16	»	17	»	1	»	»	20	»
»	17	»	18	»	2	»	»	20	»
»	18	»	19	»	2	»	»	20	»
»	19	»	20	»	1	»	»	20	»

Sobald die Schnitte anfangen, etwas Anderes als die Haftscheibe zu zeigen, sind wie an der Fig. 5 an der Tafel zwei Individuen vorhanden. Das obere grosse ist eine Theca, und zwar diejenige, die am Stamme

mündet, und das untere kleine ist ein Knospungsindividuum. Der Stamm ist mithin auf diesem Stadium ganz so zusammengesetzt wie ein neugebildeter Ast. Ich habe aus einem anderen Proximalende wahrscheinlich derselben Art auch eine Serie angefertigt, die anfangs gut ist, aber einige Schnitte höher hinauf für Untersuchungen nicht verwendbar ist, und auch bei dieser treten mit einem Male dieselben zwei Individuen auf.

Als Erklärung des Verhältnisses, dass die Kolonie mit zwei Individuen anfängt, sind folgende Möglichkeiten vorhanden.

I. Zwei anfangs freischwimmende Individuen haben sich an derselben Stelle niedergelassen.

II. Ein Stolon hat am Haftpunkte der Kolonie zu gleicher Zeit zwei Individuen sprossen lassen.

III. Zwei stolonenartig in die Länge hin ausgezogene Individuen haben den ersten Ansatz zur Bildung der Kolonie gegeben.

IV. Ein älteres, nicht chitinisches erhaltenes Individuum hat die beiden ersten erhaltungsfähigen Individuen erzeugt, und dieses Individuum ist entweder:

- a) anfangs freischwimmend gewesen, oder
- b) ist von einem Stolon an Ort und Stelle erzeugt worden.

V. Das eine Individuum ist älter und von diesem hat das andere gesprosst.

- a) Das Knospungsindividuum ist älter und ist
 - α) ursprünglich freischwimmend gewesen, oder
 - β) von einem Stolon erzeugt.
- b) Die Theca ist älter und ist
 - α) ursprünglich freischwimmend gewesen, oder ist
 - β) von einem Stolon erzeugt worden.

Schon ehe ich diese Möglichkeiten discutierte, möchte ich mich zum Gunsten der Fälle IV a und V b α aussprechen.

I. Dass es für die Entstehung einer Kolonie notwendig wäre, dass zwei von verschiedenen Stellen gelangende Individuen mit verschiedenen Functionen sich an demselben Pünktchen im Weltmeere niederliessen, ist ja schon a priori wenig wahrscheinlich. Wenigstens müsste man denn annehmen, dass diese Individuen vom Anfang an zusammengehört haben. Wie nun auch eine derartige Zusammengehörigkeit der Individuen entstanden sei, so müsste dann jedenfalls die Verschiedenheit der Individuen der Kolonie hierdurch erklärt werden, aber diese, meine ich, muss eben als eine durch die Koloniebildung entstandene Arbeitsverteilung erklärt werden und nicht etwa als Resultat einer Art Symbiose ursprünglich verschiedener Individuen.

Diese Möglichkeit halte ich für die am wenigsten befriedigende Erklärung.

II. Diese Erklärung steht schon dem Möglichen näher, als die Erste, scheint mir aber jedoch wenig zusprechend, so lange es nicht entschieden worden, ob wirkliche sprossungsfähige Stolonen vorkommen. Auch

ist es wenig wahrscheinlich, dass ein Stolon am selben Punkt zwei Individuen aussendet, und dass diese ausserdem auch noch ungleichwerthig wären.

III. Von dieser Erklärung gilt fast dasselbe, was von der Möglichkeit II gesagt worden, — sie ist sogar noch unwahrscheinlicher.

IV. Diese Möglichkeit scheint mir das Verhältniss recht einfach zu erklären. Dem Fall *b*, dass das fossil nicht erhaltungsfähige Mutterindividuum von einem Stolon gesprosst hätte, gilt dasselbe, was ich oben unter II gesagt, dass Stolonen nicht beobachtet worden sind. Dass aber ein freischwimmendes, nicht chitinbildendes, Individuum sedentär geworden und die beiden fraglichen, ersten chitinbildenden Individuen erzeugt, scheint mir sehr plausibel.

V. Von den Fällen dieser Möglichkeit, dass das eine Individuum älter sei und das andere erzeugt habe, will ich zuerst den Fall *a*, dass das Knospungsindividuum älter sei, verwerfen, da dieses Individuum bedeutend kleiner ist als das andere. Den Fall *b β* will ich auch aus schon erwähnten Gründen ausschliessen. Bleibt also der Fall *b α*, dass die Theca älter sei und das Knospungsindividuum gebildet habe. Dann ist sie aber kein gewöhnliches Nahrungsindividuum, das heisst, keine Theca in dem Sinne, wie ich dieses Wort bei den Dendroideen gefasst; sondern eine für die Dendroideen vielleicht ganz neue Art von Individuen, welche, wenn auch nicht morphologisch doch functionsweise, als Mutterthier bloss eines Individuums, der Sricula der Graptoloideen entspricht, Was der Sricula bei *Dictyonema flabelliforme* betrifft, so kann sie ja eben so gut ein Mutterindividuum im Sinne des Falles V *b α* sein, wie ein gewöhnliches drei Individuen erzeugendes Knospungsindividuum. Schliesslich ist es auch möglich, dass die Sricula bei *Dictyonema flabelliforme* sowohl functionsweise wie morphologisch der Sricula der Graptoloideen entspricht, wenn nämlich die Aeste am Proximalende dieses Graptolits, wie diejenigen eines Graptoloideen gebaut sind, und das etwas derartiges möglich ist, haben wir an den proximalen Theilen der Aeste bei *Dictyonema peltatum* gesehen. Wenn nun diese erste Theca bei *Dictyonema cavernosum* wirklich etwas sriculaartiges ist, so ist sie am nächsten eben mit einer morphologisch nicht von den übrigen zu unterscheidenden Theca im Proximalen Teil eines Zweiges bei *D. peltatum* zu vergleichen und zwar mit derjenigen, jedoch nicht direkt beobachteten, welche hier das erste Knospungsindividuum gebildet haben muss. Es spricht auch dieses sehr zu Gunsten des Falles V *b α*. Und wenn dieser Fall der richtige ist, so hängt es auch sehr wahrscheinlich hiermit zusammen, dass bei dieser ersten Theca kein Gonangium mündet, wie sonst bei gewöhnlichen Thecen immer der Fall ist.

Schliesslich kann ich bei dieser Gelegenheit nicht umhin zu bemerken, dass, wenn einmal Stolonen bei den Dendroideen beobachtet werden, so ist es sehr möglich, dass sie sich als homolog der Virgulæ der Graptoloideen erweisen, denn diese sind wohl nach den Figuren R. RUEDEMANN'S¹ am nächsten mit Stolonen zu vergleichen.

¹ Synopsis of the Mode of Growth and Development of the Graptolitic Genus *Diplograptus*. The Amer. Journal of Science Ser. 3. Vol. XLIX, No. 294. p. 453.

Wir kehren zu unserer Figur 5 zurück. In dem Knospungsindividuum sehen wir ein Rohrstückchen, welches am oberen Querschnitte etwa oval ist, am unteren dagegen mit drei Ausbuchtungen versehen ist. Wegen dieser ist der Schnitt stereoscopisch gezeichnet worden. Ich verwechselte nämlich während der Untersuchung die Ordnung der Schnitte 5 und 6, und dann war es natürlich von grossem Interesse, dass das Knospungsindividuum zuerst eine einzige Knospe bildete, welche sich erst am nächsten Schnitt in die gewöhnlichen drei Abkömmlinge der Knospungsindividuen teilte. Da nun aber der Schnitt 6 zwischen 5 und 7 liegt, so muss ich annehmen, entweder, dass die drei Ausbuchtungen durch einen Zufall entstanden sind, und dass in diesem wie in dem folgenden Schnitt entweder die zwei anderen Individuen, die auf Fig. 7 sichtbar sind, durch das mangelhafte Erhalten verloren gegangen sind, oder dass sie wirklich erst in dem Schnitte 7 gebildet worden, oder auch muss ich annehmen, dass der kleine Ring im Knospungsindividuum der Fig. 6 nicht echt ist, sondern durch eine zufällige ringformige Anordnung einer Anzahl Bruchstücke dreier Ringe oder eines mit drei Ausbuchtungen versehenen Ringes entstanden ist. Figur 6 soll ausser die oben schon besprochenen Individuen, die Theca, welche an Fig. 12, also etwa an der halben Höhe des Stammes mündet, und das Knospungsindividuum, den blättrigen Bau der Haftscheibe zeigen. Dass die Blätter an der Figur nicht continuierlich sind, sondern links aufhören, beruht darauf, dass die Scheibe vom Messer des Microtoms schräg getroffen worden, so dass der linke Rand des Schnittes an der Unterseite, die Rechte an der Oberseite der Scheibe gelegen haben.

An Fig. 7 sehen wir fortwährend ein Stückchen der Haftscheibe. Weiter sehen wir, dass das Knospungsindividuum hier die drei gewöhnlichen jungen Individuen enthält. Wie nun also auch die Verhältnisse an den Figuren 5 und 6 gedeutet werden, so bleibt jedoch das Endresultat der Knospung das gewöhnliche. Von den drei neugebildeten Individuen ist das mittlere eine Theca, die zweite diejenige, welche am Schnitte 19 aufhört und also an Fig. 1 am ersten Verzweigungspunkte steht.

An Fig. 8 wird fast der ganze Rest der Haftscheibe als fortgeschnitten gedacht. Von Individuen enthält dieser Schnitt die Theca t und das Knospungsindividuum k . Von den jungen Abkömmlingen dieses Individuums ist der mittlere, die Theca t_1 , hier zerbrochen, so dass nur ein Stückchen der Wandung sichtbar ist. Der obere ist das erste Gonangium, der untere das Knospungsindividuum k_1 .

An der Fig. 9 ist die Haftscheibe ganz verschwunden. Wir sehen, wie stark das Periderm des Stammes ist, und dass es eine direkte Fortsetzung der Haftscheibe ist. Das äussere Periderm des Stammes breitet sich zu einer Haftscheibe aus. Der Schnitt enthält die Theca t und die seit den beiden vorigen Schnitten angewachsenen Individuen t_1 , g und k_1 . An der unteren Seite der Figur sehen wir eine Einbuchtung im Periderm, welche auch mit g bezeichnet ist. Es ist diese Einbuchtung die Mündung des Gonangiums g , welches bis zum Schnitte 12 aufwärts wächst. Auf

Fig. 12 drängt es sich wie gewöhnlich zwischen die Theca, zusammen mit welcher es eigentlich der Regel nach hätte münden sollen, und die anderen Individuen, biegt sich statt zu münden gegen unten um und kann durch die Figuren 9, 10, 11, 12, 11, 10 und 9 verfolgt werden.

Auf der Fig. 10 sehen wir, dass das Knospungsindividuum k einen kleinen Ring enthält. Dass dieser so gross ist, wie er ist, zeigt, dass hier schon längst die gewöhnlichen drei neue Individuen angelegt worden sind, obschon nur eines davon erhalten geblieben.

Auf Fig. 11 ist auch dieses verdorben worden. Übrigens enthält dieser Schnitt die Thecen t und t_1 und die beiden Teile des Gonangiums g . In dem Knospungsindividuum k_1 müssten eigentlich die Individuen t_2 , k_2 und g_1 liegen.

Auf der Fig. 12 mündet die Theca t und die beiden Teile des Gonangiums fliessen zusammen.

Da die Theca t gemündet hat und das Gonangium umgebogen, enthält der Schnitt Fig. 13 von den alten Individuen nur die Theca t_1 und das Knospungsindividuum k_1 , welches an unserer Figur wenigstens erkennbare Fragmente von drei neu herangebildeten Individuen, t_2 , k_2 und g_1 enthält.

Der Schnitt Fig. 14 enthält erstens die Theca t , weiter die an Fig. 13 zuerst sichtbare neugebildeten Individuen t_2 , k_2 und g_1 , und von diesen endlich enthält k_2 drei neue Individuen. Das rechte kleine ist eine Theca t_3 , das untere ist ein Knospungsindividuum k_3 . Das obere müsste eigentlich ein Gonangium sein, da aber in diesem Knospungsindividuum k_2 eine Verzweigung begründet wird, und zwar die Erste, so ist dieses Individuum auch ein Knospungsindividuum und da es mit dem obenerwähnten k_3 gleichzeitig ist, benenne ich dieses auch k_3 .

Auf der Fig. 15 sind die Individuen k_3 , t_3 und k_3 ein wenig gewachsen aber auch ein wenig zerbrochen.

Der Schnitt Fig. 16 hat sich ein bisschen in die Länge gezogen. Es rührt dies daher, dass sich der Stamm bald verzweigen wird, die Individuen haben die Tendenz, sich in zwei Gruppen zu ordnen. Die Theca t_1 und das Gonangium g_1 werden am Verzweigungspunkte münden, und dann werden sich t_3 und das obere k_3 zu einer Gruppe und die Individuen t_2 und das untere k_3 zu einer anderen vereinigen.

Am Schnitte Fig. 17 hat sich das Gonangium, jetzt g_1 , zwischen die Theca t_1 und die übrigen Individuen seines so zu sagen eigenen Astes, seine Geschwisterindividuen, gedrängt. Das untere Knospungsindividuum k_3 hat drei neue Individuen erzeugt und so gewiss auch das obere k_3 , obgleich sie hier verdorben worden.

Am Schnitte Fig. 18 erkennen wir ganz dieselben Individuen wie am vorigem Schnitt, nur dass das obere k_3 ein wenig zerdrückt und t_1 rechts etwas zerrissen worden.

Der Schnitt Fig. 19 ist recht schlecht, wir können uns aber jedoch darauf zurecht finden, wenn wir es mit den Figuren 18 und 20 vergleichen. Der Platz des ehemaligen k_3 ist nur an einer kleinen Spalte erkennbar, t_3

ist zerrissen. Diese zwei gehören zum künftigen einen Ast. Der Andere Ast ist besser, er enthält t_2 und das drei junge Individuen enthaltende untere k_3 . Von den Individuen, die in dem Verzweigungspunkte enden oder münden sollen, hat die Theca t_1 gemündet und das Gonangium g_1 hat wahrscheinlich schon gemündet, was bei dem Erhaltungszustand des Schnittes nicht zu entscheiden ist.

Am Schnitte Fig. 20 hat sich die Verästung vollzogen. Das alte Gonangium hat gemündet. Der obere Ast enthält zwei bei der Begründung der Verzweigung gebildete junge Individuen, die Theca t_3 und das Knospungsindividuum k_3 . Der untere Ast enthält die alte Theca t_2 und ein Geschwisterindividuum derjenigen des oberen Astes, das untere Knospungsindividuum k_3 , welches hier seine drei Abkömmlinge enthält.

Auch diese erste Verzweigung des Rhabdosoms vollzieht sich also auf dieselbe Weise wie sonst in den jüngeren Zweigen.

Ebenso gestalten sich die nächsten mehr proximalen Verzweigungen, die an der Serie verfolgt werden können. Das Periderm ist aber bei diesen dünner als bei der eben beschriebenen.

Die Art ist in sieben verschiedenen Feuersteinstufen angetroffen worden. Von diesen wurde die eine bei Gniswård an der Westküste Gotlands, alle die übrigen bei Wisby angetroffen.

Schon seit dem Frühjahr 1894 bin ich darauf bedacht gewesen, aus dem gotländischen Feuerstein ein Material anderer Versteinerungen als Graptoliten zusammenzubringen, wodurch sich das Alter dieses Feuersteins näher bestimmen liesse. Leider ist es mir jedoch bis jetzt nicht gelungen, ein hierzu genügendes Material zu erhalten, denn der Feuerstein enthält zwar ziemlich viele Arten, aber diese kommen meistens, wegen der petrographischen Beschaffenheit des Gesteins, in so schlechtem Zustande heraus, dass sie nicht bestimmbar sind. Hoffentlich werde ich mich jedoch mit der Zeit auf diese Frage näher einlassen können, die ja wegen des Studiums der Graptoliten an und für sich einstweilen von keinem actuellen Interesse ist.

In meiner Arbeit von 1895 (S. 18 Sep.) bezeichne ich zwar den Feuerstein als obersilurisch. Da ich aber später auch ein, soweit bisher bekannt, definitiv jung untersilurisches Fossil darin erhalten habe, so möchte ich die Frage vom Alter des gotländischen Feuersteins einstweilen ganz offen lassen.

Ich hatte schon die Unzweckmässigkeit darin hervorgehoben, diejenigen Graptolitenexemplare, welche unzerschnitten in Röhren aufbewahrt werden sollen, in Spiritus zu verwahren, eine Unzweckmässigkeit, die darin besteht, dass der Spiritus, weil der Stöpsel nicht gedichtet werden kann, leicht verdunstet, so dass die Röhre trocken wird. Ich habe jetzt im Glycerin eine geeignete Conservierungsflüssigkeit gefunden, welche es erlaubt, den Stopfen mit Goldsize oder anderen derartigen Harzpräparaten zuzukitten.

Erklärung der Tafel.

Sämtliche Zeichnungen sind von Fräulein AGNES CLEVE gütigst ausgeführt worden.

Dictyonema cavernosum n. sp.

1. Proximalende mit Haftscheibe. Vergr. $10/1$.
2. Ziemlich proximaler Zweig. Vergr. $4/1$.
- 3 und 4. Ein Zweigstück in etwas verschiedener Stellung. Vergr. $15/1$.
- 5—20. Eine Querschnittserie aus dem Originalexemplar der Fig. 1 hergestellt. Vergr. der Fig. 5 etwa $280/1$, der Fig. 6—20 $78/1$.

Die Buchstaben bedeuten: t, t_1, t_2, t_3 Thecen.

k, k_1, k_2, k_3 Knospungsindividuen.

g, g_1 Gonangien.



2. Une trouvaille archéologique, faite dans une tourbière au nord de la Néricie.

Par

Knut Kjellmark.

Au mois de septembre, l'année courante, j'ai fait des fouilles dans la tourbière de Gottersäter, dans la paroisse d'Axberg en Néricie, principalement dans le but de recueillir pour un musée des matériaux de *Trapa natans* L., dont la présence sur cette place a été constatée, l'année passée, par M. R. SERNANDER et par moi. C'est que nous avons commencé, en 1895, des recherches au sujet de l'histoire du développement de la tourbière, mentionnée ci-dessus¹.

Pendant la fouille susdite, un de mes ouvriers me donna un objet qui s'est trouvé être un fragment d'un vase en argile, décoré d'ornements rectilignes. Comme je compris que j'avais fait une trouvaille archéologique, j'explorai avec soin la place où, d'après ce que m'avait dit l'ouvrier, le morceau avait été trouvé, et alors je découvris quelques petits morceaux qui se rapportaient évidemment au morceau, trouvé auparavant. Ceux-ci étaient embourbés au fond de la fosse, à 2 mètres au-dessous de la surface de la tourbière. En examinant à fond le matériel qui avait été déterré auparavant, je trouvai encore quelques fragments de même espèce. A cause de l'intérêt que nous offre, par plusieurs raisons, toute trouvaille archéologique, faite dans les tourbières, je vais donner, dans la suite, quelques renseignements sur ce qui se rapporte à la trouvaille susdite.

Quant à l'état géologique général de la place, voir l'oeuvre cité: *Eine Torfmooruntersuchung aus dem nördlichen Nerike* von R. SERNANDER und KNUT KJELLMARK. Ici il faut me borner à montrer la coupe que j'ai mise à nu en creusant la terre où furent découverts les fragments, mentionnés ci-dessus. Elle se trouve à la place, au nord de la tourbière, où fut recueilli en 1895 le *Trapa natans* L. Cette place est marquée à la carte.

¹ RUTGER SERNANDER und KNUT KJELLMARK: Eine Torfmooruntersuchung aus dem nördlichen Nerike. Bulletin of the Geol. Instit. of Upsala. No. 4, Vol. II, Part. 2, 1895.

Voici la formation de la coupe, à partir de la surface :

- a) 60 cm. de tourbe de *Sphagnum*,
- b) 35 cm. de couche de souches,
- c) 125 cm. de boue («gyttja»),
- d) argile d'une richesse inconnue.

Quant à la formation des couches particulières j'ai fait les observations suivantes. La tourbe de *Sphagnum* était comprimée vers le bas et passait insensiblement à la couche sous-jacente. Cette couche consistait principalement en débris de bois pourris avec des racines et des troncs isolés d'aune et de bouleau; elle était séparée de la boue par une couche d'une puissance de quelques centimètres, contenant exclusivement des tiges de *Hylocomium*, des aiguilles et des pommes de pin, dont la riche présence ici nous montre que la formation de la tourbe hydrophile a commencé sur le fond inondé d'un ancien *Pinetum hylocomiosum*. La boue était percée, dans la partie supérieure, de rhizomes de *Phragmites* et d'*Equisetum*, entre lesquels se trouvaient des racines et des rameaux d'aune et de bouleau. Dans les parties moyennes, elle s'était formée en tourbe alluviale, terminée en bas, vers l'argile, par une couche d'une puissance de 25 centimètres environ, très riche en rhizomes et en tiges de *Phragmites*. La boue était d'une couleur gris jaune et, mise à l'air, elle noircit aussitôt. Dans cette couche je trouvai une grande quantité de *Trapa natans* L. et bien des autres plantes qui sont maintenant disparues de la flore de la contrée, ou qu'on y trouve très rarement, p. ex. le tilleul, la chêne, l'érable, le *Carex Pseudocyperus* L., le *Ceratophyllum demersum* L. etc. L'argile qui forme le fond de la tourbe se distingue par une couleur gris bleu. À la place explorée elle était pauvre en fossiles.

En ajoutant le résultat de l'exploration de la coupe, dont j'ai parlé ci-dessus, aux expériences, où nous sommes venus par l'exploration minutieuse de la tourbière en 1895, on en peut écrire l'histoire du développement en termes suivants.

Autrefois, pendant le temps postglaciaire, ces contrées se trouvaient au-dessous de la surface de la mer. Dans l'argile qui forme la couche de fond de la tourbière de Gottersäter on rencontre des restes de la moule comestible (*Mytilus edulis* L.) et des fruits de *Ruppia maritima* L., qui indiquent, tous les deux, les formations de la mer de *Litorina*. On sait au moyen de trouvailles, qu'on a faites auparavant, que la mer de *Litorina* a eu, dans la contrée, une assez vaste étendue¹. Cependant la terre s'élevait peu à peu au-dessus du niveau de la mer, et le bassin qu'occupe aujourd'hui la tourbière de Gottersäter se changeait graduellement en un petit lac peu profond avec des touffes de roseaux d'une vaste extension.

En vertu de la végétation luxuriante qui se développait dans l'eau et sur les bords du lac, on peut admettre qu'une couche après l'autre se soit déposée assez vite sur le fond du lac, et enfin le lac doit avoir été

¹ Voir SERNANDER und KJELLMARK, l. c. p. 334.

engorgé par des amas de *Phragmites* et d'*Equisetum* de plus en plus épais. Quand le rebouchement en était venu à un tel point que des points isolés se levaient au-dessus de la surface de l'eau, cette terre avec sa nappe d'eau souterraine, retirant peu à peu, offrit une place de germination propre aux plantes terrestres. D'abord l'aune et le bouleau émigrèrent, et enfin nous trouvons l'ancien fond du lac occupé, en grande partie, d'une forêt de pins vigoureuse avec des *Hylocomium* dans la végétation inférieure.

Puis un large tapis de *Sphagnum* s'étend sur l'antérieure végétation de bois, témoignant des états hygrométriques bien changés qu'a produits une plus riche quantité d'eau tombée. Ce n'est que vers l'époque actuelle que s'est arrêté l'accroissement du *Sphagnum*, en même temps que la tourbière, tantôt si souffrante d'eau stagnante, a commencé de se couvrir d'un bois qui s'étend du côté des bords vers l'intérieur et d'autres formations aimant la sécheresse. Cependant ce dernier changement a été produit principalement par des dessèchements et par le baissement du lac Långan. Ce dernier travail a été exécuté, il y a 35 ans.

Le développement que je viens d'exposer n'est pas distinctif de la tourbière de Gottersäter. On le trouve plutôt chez la plupart des tourbières de la contrée, situées sur l'ancien terrain de la mer de *Litorina*.

Par des recherches bien détaillées sur la succession de couches dans des tourbières suédoises, M. R. SERNANDER a réussi à montrer que le temps de *Litorina* a eu trois phases du climat différentes qu'il a identifiées avec les périodes à qui M. A. BLYTT a donné le nom d'atlantique, de sub-boréale et de sub-atlantique¹. La période *atlantique*, qui dura, pendant que la mer de *Litorina* avait une assez large étendue, se distingue par un climat insulaire avec une grande quantité d'eau tombée, ayant pour résultat un riche dépôt de tourbe et de boue dans nos tourbières. Pendant ce temps-là la flore avait un caractère plus méridional qu'aujourd'hui. La période *sub-boréale* qui changea un assez grand nombre des anciens lacs et marais en demeures de formations xérophiles, consistant surtout en bois puissants, parfois avec des *Hylocomium* dans la végétation inférieure, doit avoir eu un climat sec. A partir de la période *sub-atlantique* commença un climat avec une plus grande quantité d'eau tombée. L'état de ce temps-là a beaucoup ajouté à la formation de la tourbe dans nos tourbières. Après la douce période atlantique se fit un abaissement de la température, et c'est surtout à cause de trouvailles, faites à la tourbière de Gottersäter, qu'on peut fixer le temps de cette altération du climat, commençant à la transition de la période *sub-boréale* à la *sub-atlantique*.

Avant de retourner à parler de la tourbière de Gottersäter et de la trouvaille que j'y ai faite, je veux établir ci-bas un tableau, montrant le site de la trouvaille dans la succession de couches dont j'ai parlé ci-dessus.

¹ R. SERNANDER, Die Einwanderung der Fichte in Skandinavien. Englers Bot. Jahrbücher. Bd. 15. Hft. 1. 1892. Voir aussi Om Litorinatidens klimat och vegetation. Geologiska Föreningens i Stockholm Föreläsningar. 1893. N:o 152. Bd. 15. Hft. 5.

En même temps je vais faire une combinaison de cette série de couches avec les périodes du climat qu'a posées M. BLYTT.

Coupe de la tourbière de Gottersäter en Néricie.

0 dm.	a.			
1 "				
2 "				
3 "	Tourbe de <i>Sphagnum</i> , comprimée en bas		Formation de tourbe hydrophile	Période sub-atlantique
4 "				
5 "				
6 "				
7 "	b. Débris de bois pourris avec des racines et des troncs d'aune et de bouleau		Restes d'un ancien bois	
8 "	Tiges d' <i>Hylocomium</i> , aiguilles et pommes de pin			Période sub-boréale
9 "				
1 m.	c.			
1 "	Rhizomes de <i>Phragmites</i> et d' <i>Equisetum</i> . Racines et troncs d'aune et de bouleau			
2 "				
3 "				Période atlantique
4 "				
5 "	Tourbe alluviale		Boue, déposée dans un lac	
6 "				
7 "				
8 "	Boue ("gyttja")			
9 "				
2 m.	V			
1 dm.	Rhizomes et tiges de <i>Phragmites</i>			
2 "				
3 "	d.			
	Argile		Dépôt de la mer de Litorina	

V = Site des morceaux du vase en argile.

Comme on trouve par la coupe, tracée ci-dessus, c'est dans la boue *atlantique*, à 2 mètres au-dessous de la surface de la tourbière et à 2 décimètres au-dessus de l'argile, qu'était situé le vase en argile. Les morceaux que je recueillis, moi-même, étaient serrés à la boue, pas encore touchée de la pelle, par une infinité de fines et de grosses racines et fibres. Celles-ci étaient évidemment des restes de la flore d'eau abondante qui s'y trouvait au temps où se déposait la boue. Après avoir écarté la

boue des morceaux, j'y trouvai des empreintes où l'ornamentation se montrait d'une façon très nette. Il ne faut que cette circonstance pour conclure que les morceaux avaient un site primitif, c.-à-d. qu'ils n'étaient pas tombés, pendant le creusement, d'une couche supérieure.

Je ne crois guère qu'on puisse émettre l'objection que les morceaux ont occupé d'une autre façon leur place, après que s'est déposée la couche de boue où ils étaient enlités.

A l'appui de ce que j'ai dit ici, je vais alléguer ce qui va suivre.

La tourbière est encore si marécageuse que pas même dans les tranchées les plus anciennes et les plus profondes de la tourbière — il y en a tout autour de la tourbière — même pendant les étés les plus sèches on ne puisse trouver de fentes ni dans aucune couche isolée ni, d'autant moins, dans une grande partie de la série de couches.

Le soin que j'ai mis à explorer (verticalement et horizontalement) non seulement le fond du creusement sur la place où se trouvaient les morceaux pas encore déplacés mais aussi la boue et la tourbe déterrées, me rend bien certain qu'un vase en argile tout entier n'a jamais été enlité dans la boue, quand même quelques petits fragments du vase se soient soustraits à mon attention. Je suis persuadé que je n'ai trouvé que quelques morceaux d'un vase, tombés jusqu'au fond du lac ou, peut-être, un seul morceau qui s'est brisé en s'enveloppant de la boue.

Ainsi, comme probablement ce n'est qu'une partie du vase cassé qui s'est trouvé originairement dans la boue, et que je n'ai pas découvert dans cet endroit d'autres objets cultivés, je ne crois point qu'on puisse admettre, dans ce cas, que le vase ait été enterré par des hommes.

Dans la suite nous irons regarder, si les morceaux (ou, peut-être, le morceau) ont pu s'enfoncer à travers les couches et, s'il est ainsi, à quelle profondeur.

D'abord, nous comprenons bien que nous pouvons mettre de côté les couches *sub-atlantique* et *sub-boréale*. Car c'est tout à fait impossible de supposer que les morceaux se soient enfoncés à travers les restes d'une ancienne forêt avec ses rameaux entrelacés et sa couche comprimée de tiges d'*Hylocomium*. Dans les parties supérieures de la couche *atlantique*, les rhizomes nombreux de *Phragmites*, d'*Equisetum* et d'autres plantes marécageuses tirent un filet impénétrable.

La tourbe alluviale des parties centrales de la boue, par contre, est une formation qu'on peut bien croire avoir laissé des objets lourds s'enfoncer au fond.

En examinant la partie suivante de la boue, sous laquelle se trouvaient les morceaux du vase en argile, nous trouvons qu'il y a eu une riche flore d'eau avant la formation de la tourbe alluviale. Car, à la différence de la tourbe alluviale, cette partie de la couche est percée d'une grande quantité de grosses et de fines racines et fibres. Outre cela elle contient, en abondance, des fruits ou des graines des plantes d'eau suivantes:

Ceratophyllum demersum L.

Cypéracées

Nuphar luteum SM.

Nymphæa alba L.

» *candida* PRESL.

Potamogeton (plusieurs espèces)

Sparganium ramosum HUDS.

» *minimum* (?) FR.

Trapa natans L. var. *coronata* NATH.

» » » *lævigata* NATH. (qui s'y trouve le plus richement).

En examinant le contenu d'une quantité de boue d'environ 1000 centimètres cubes où se trouvaient les morceaux du vase pas encore déplacés, j'ai constaté que cette flore d'eau a immigré avant que ces couches de boue se fussent déposées.

Après avoir lavé la boue, j'ai identifié les organismes suivants:

Phanérogames:

Alnus glutinosa GÆRTN., brindilles et écorce, 15 écailles (feuilles protectrices), quelques boutons, un fragment d'un chaton mâle, 30 fruits.

Betula odorata BECHST.: 10 écailles, 12 fruits } fragments de feuilles,
» *verrucosa* EHRH.: 26 » 17 » } brindilles.

Carex Pseudocyperus L.: 14 fruits.

Ceratophyllum demersum L.: 2 fruits.

Corylus Avellana L.: 1 écaille d'un chaton mâle.

Iris Pseudacorus L.: 1 graine.

Nuphar luteum SM.: 10 graines.

Nymphæa alba L. }
» *candida* PRESL. } 21 graines.

Phragmites communis TRIN.: quelques morceaux de rhizomes, fragments de tiges.

Pinus silvestris L.: 1 aiguille, 1 brindille, longue de 8 centimètres.

Populus tremula L.: brindilles et bouts de rameaux.

Potamogeton (plusieurs espèces): 40 fruits.

Quercus pedunculata EHRH.: feuilles et fragments de feuilles, brindilles, écailles.

Rhamnus Frangula L.: 6 noyaux.

Rumex crispus L.: 1 fruit.

Scirpus lacustris L.: 1 fruit.

Sorbus Aucuparia L.: bout d'un rameau.

Sparganium ramosum L.: 6 fruits.

» *minimum* L. (?): 8 fruits.

Spiræa Ulmaria L.: 1 fruit.

Tilia europæa L.: 5 graines, quelques fragments de fruits, 1 fleur, fragments de bractées.

Trapa natans L. var. *lævigata* NATH.

- » » f. *lævigata* NATH.: 8 fruits.
- » » f. *conocarpoides* NATH.: 7 fruits.
- » » f. *rostrata* NATH.: 1 fruit.

Outre cela, j'ai trouvé une quantité de rameaux, de brindilles et de fragments d'écorce qui sont, probablement, des restes d'arbres à feuille et de buissons d'autres espèces que celles, énumérées ci-dessus; puis des racines et des fibres de plantes vasculaires que je n'ai pu identifier.

Mousses:

Hylocomium parietinum L.: tiges avec des restes de feuilles.

Champignons:

Schirrhia rimosa (A. et S.) FUCK. sur le *Phragmites communis* TRIN.

Restes d'animaux:

Donacia mutica: 3 élytres.

*Dytiscus circumflexus*¹: Fragment d'un élytre gauche.

Fragment d'une araignée.

Oeufs d'insecte.

Phryganea.

On ne doit pas croire qu'un objet se soit enfoncé à travers une couche qui, en se formant, a eu une flore d'eau si riche en espèces et qui a été percée de l'épais appareil radical de cette flore d'eau.

Si l'on résume tout ce qui a été dit ci-dessus, il résulte, ce me semble, que les morceaux ont été enlités, originairement, dans la couche où je les ai trouvés; il faut supposer qu'il n'y ait eu lieu, ici, qu'un faible affaissement.

Ainsi, il ne faut guère douter de l'âge géologique de la trouvaille. Elle date du même temps que la boue atlantique qui s'est déposée sur le fond du lac avec la végétation abondante qui occupait, après l'affaissement de la mer de *Litorina*, le terrain actuel de la tourbière de Gottersäter.

Quant aux fossiles qui se trouvaient dans la boue avec les morceaux du vase, ils nous montrent que la végétation avait, au temps où se déposait cette couche, un caractère méridional.

Parmi les plantes qui, sans doute, se trouvaient alors, en abondance, dans le lac ou sur ses bords, on ne rencontre pas aujourd'hui dans la contrée celles-ci: *Ceratophyllum demersum* L., *Quercus pedunculata* EHRH., *Trapa natans* L. Il y en a quelques unes qui sont maintenant très rares p. ex. *Carex Pseudocyperus* L. qu'on n'a trouvé qu'à la distance de quelques kilomètres au sud de la tourbière, sur les bords du lac Lången, *Iris Pseudacorus* L., *Tilia europæa* L. etc.

¹ M. C. G. THOMSSON croit que j'ai trouvé probablement cette espèce, quoi qu'il ne puisse rien juger avec certitude. On a trouvé cette espèce en Scanie et en Gotlande.

Cependant le plus grand intérêt s'attache au *Trapa natans* L., forme bientôt tout à fait disparue du nord de l'Europe. Dans nos tourbières on l'a trouvé sur plus de 15 endroits dans diverses contrées de notre pays, le plus au nord dans la tourbière de Gottersäter à la latitude de Stockholm; quant à la forme des fruits il nous montre ici une variation étonnante.

Du Vissjön en Småland¹ et de la tourbière de Gottersäter en Néricie² nous avons des chiffres qui s'accordent à nous montrer que des deux types principaux des formes de fruits de la plante, faciles à distinguer, le type de *lævigata* a existé ici la première pour faire place peu à peu au type de *coronata*.

Pour être confirmé dans cette supposition je me mis à diviser la couche trapifère en 2 zones et, après avoir examiné une quantité de boue de même volume, que j'avais prise des deux zones, je comptai les formes de fruits qui se trouvaient dans ces zones. Dans la zone supérieure je trouvai 128 fruits du type de *coronata* et 9 fruits du type de *lævigata*. La zone inférieure contient 48 fruits du type de *lævigata* et 6 fruits du type de *coronata*. En outre, je trouvai que dans les couches supérieures il n'y avait que des fruits de *coronata*; dans une couche définie des parties supérieures la forme intégrante d'*elongata* était prédominante, et j'en rencontrai une très grande quantité. Dans les parties inférieures il n'y avait que des fruits de *lævigata* de diverses formes.

Si l'on résume ce que j'ai dit ci-dessus, il résulte que *dans la tourbière de Gottersäter les fruits du type de lævigata sont primitifs.*

En comparant le résultat de ces recherches au tableau des fossiles, montré ci-dessus, on voit que, dans la boue où étaient enlités les morceaux du vase, il n'y avait que des formes du type de *lævigata*; ainsi *les morceaux sont synchrones à la variété du Trapa natans L. qui a paru la première dans la tourbière de Gottersäter.* On peut aussi regarder cela comme une marque de l'âge géologique.

En retournant, dans la suite, au *Trapa natans* L., et à la valeur qu'on doit peut-être attacher à la présence de ses fruits avec les restes du vase en argile, je crois devoir ajouter ici quelques mots à ce qu'on connaît déjà de l'extension de ces fruits sur cette place³.

A peu près au même temps que fut faite la trouvaille de Gottersäter, je rencontrai des fruits de *Trapa* dans une autre tourbière, à 2 kilomètres au sud de Gottersäter, près du bord du lac Lången. La succession de couches était à peu près la même que dans la tourbière de Gottersäter et les fruits de *Trapa* se trouvaient dans une boue qui, évidemment, tire son origine de la période *atlantique*. Ils se trouvaient aussi, ce me sembla, dans les couches supérieures de l'argile sous-jacente. Il y avait

¹ GUNNAR ANDERSSON, En ny fyndort för subfossila nötter af *Trapa natans* L. Bot. Not. 1889, p. 201.

² R. SERNANDER und K. KJELLMARK, l. c. p. 342.

³ Voir SERNANDER u. KJELLMARK, l. c. pp. 324 et 330 & la carte.

des fruits non seulement du type de *laevigata* mais aussi de celui de *coronata*. Comme cette tourbière n'est située qu'un peu au-dessus du niveau du lac, elle a été une anse du dit lac, ainsi que la tourbière de Gottersäter, au temps où se déposait la couche de boue trapifère. Ainsi le *Trapa natans* L., a été, dans cet âge reculé, une plante qui a caractérisé la flore du lac Långén.

A juste titre on a cité le *Trapa natans* L., et le *Najas marina* L. comme des plantes d'une variation très étendue, à l'égard de la forme du fruit. Quant à la première, nous avons trouvé qu'en rencontrant à diverses niveaux d'une couche des formes de fruits différentes, on y doit attribuer



une assez grande valeur pour déterminer l'âge géologique. C'est pourquoi il doit être d'un certain intérêt de savoir qu'on rencontre aussi dans nos dépôts quaternaires d'autres fossiles qui nous montrent une semblable va-

riation. Ici je relève quelques formes de fruits du *Ceratophyllum demersum* L., trouvées dans la boue atlantique de la tourbière de Gottersäter. (Voir les figures ci-près).

* * *

Il est toujours très incertain à quelle époque l'homme a mis le pied en Scandinavie. On a fait des trouvailles qui ont porté à croire aux temps reculés du lac d'*Ancylus* ou bien à quelques dizaines de milliers d'années comme minimum. Cependant ces trouvailles ne sont pas faites, malheureusement, dans des circonstances si heureuses qu'on puisse les juger tout à fait démonstratives. Mais au moyen d'une série de trouvailles archéologiques on a prouvé que l'homme vivait dans la Suède méridionale pendant la première partie du temps de *Litorina*. On sait aussi que l'âge de la pierre dura, jusqu'à ce que la terre s'était élevée de beaucoup au dessus du niveau de la mer. M. SERNANDER¹ a montré que les couches atlantiques des tourbières, qu'il rapporte au temps de *Litorina*, sont synchrones à l'âge de la pierre. Il a prouvé, en outre, qu'il y a dans ces couches des restes d'objets cultivés, tirant leur origine de l'âge de la pierre. Sur ce point, il faut mentionner la trouvaille d'une habitation lacustre, près de Hällestad en Ostrogothie.

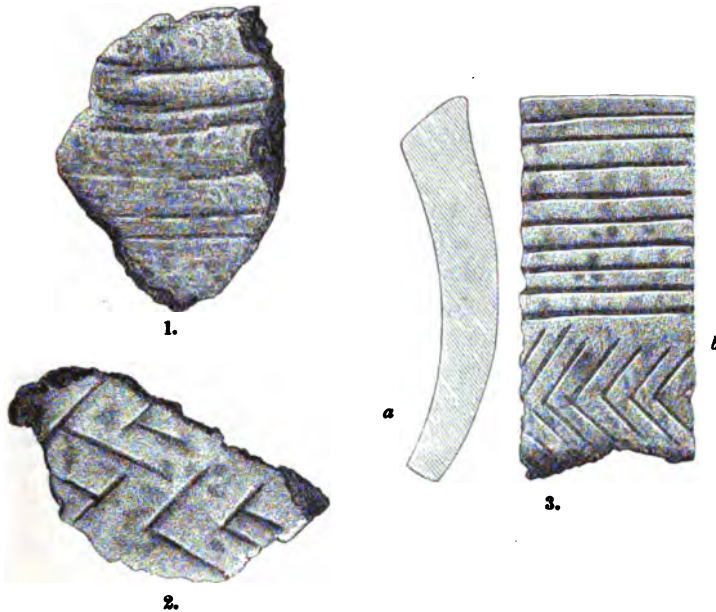
Ainsi, on pouvait supposer, à l'avance, que la trouvaille qui avait été faite dans la couche atlantique de la tourbière de Gottersäter fût à rapporter à l'âge de la pierre.

J'ai montré les morceaux du vase à M. O. MONTELIUS pour savoir, s'il était possible d'en avoir une détermination du temps encore plus exacte.

¹ R. SERNANDER, Om några arkeologiska torfmossesfynd. Antikvarisk Tidskrift för Sverige XVI: 2. Cf Bull. of the Geol. Inst. of Upsala. 1895. Vol. II. Part. 2. No. 4. pp. 362—363.

M. MONTELIUS et M. B. SALIN, employé du Musée national de Stockholm, m'ont aidé, avec la plus grande bienveillance, à faire des comparaisons sur cette matière à la section des antiquités du Musée Historique de l'État. Voici le résultat de ces comparaisons.

On se sert habituellement, pendant le temps des allées couvertes (»gånggrifttiden»), de vases en argile de même qualité et avec les mêmes ornements, dont étaient ornés les morceaux que j'avais trouvés. Ainsi, selon toute probabilité, la trouvaille appartient à la troisième période de l'âge de la pierre polie (je me sers de la division chronologique de M. MONTELIUS). L'âge absolu de la trouvaille doit être (selon ce que m'a dit M. MONTELIUS) un peu plus de 2000 ans avant le commencement de notre ère. M. MON-



Morceaux de vases en argile, 1 & 2 trouvés dans la tourbière de Gottersäter, 3 trouvé dans l'allée couverte d'Ottagården. (3 a. coupe du morceau fig. 3 b.)

TELIUS fit savoir, en outre, que l'on ne connaît auparavant aucun vase en argile de la Néricie, appartenant à l'âge de la pierre. Il constata aussi la grande ressemblance de la trouvaille de Gottersäter avec une trouvaille (vase en argile) de la Vestrogothie, faite à Ottagården, près de Falköping. Selon un rapport dans l'Archive archéologique-topographique, on rencontra ici dans une allée couverte (en 1868):

8 morceaux d'une urne,
un morceau de charbon,
4 perles en ambre,
19 morceaux et fragments de même espèce,
quelques corps non brûlés.

J'ai le profit de donner ici la copie d'un des morceaux du vase en argile, trouvé dans l'allée couverte, mentionnée ci-dessus (Fig. 3). La ressemblance avec les morceaux de la tourbière de Gottersäter (Fig. 1, 2) est frappante.

La qualité de la matière des vases en argile de l'âge de la pierre varie un peu. Parfois les vases sont faits d'argile qui n'a pas été mêlée, parfois l'argile est mêlée avec des morceaux écrasés de feldspath, de quartz et de mica, ayant des dimensions très variées. Dans le vase en argile de la tourbière de Gottersäter, la matière est mêlée, et les morceaux de quartz et de feldspath sont d'une dimension peu commune (environ 2—5 millimètres cubes). Sur la cassure des morceaux on voit par la raie noire, s'étendant vers le centre, que la matière a été brûlée.

On ne comprend pas facilement, ce me semble, l'intention du mélange de l'argile. Qu'il ait été fait à dessein, je le trouve tout naturel.

M. B. SALIN m'a proposé l'explication suivante de la manière dont a été faite l'ornamentation. Quant à cette explication, je n'ai rien à y redire.

On s'est servi d'un fin outil arrondi, p. ex. l'os d'un petit animal ou bien une broche, qu'on a imprimée dans la matière tendre, pas encore brûlée. Puis, après avoir relevé l'outil, on l'a porté, pas à pas, tout autour du vase jusqu'à ce que l'ornamentation fut achevée. Les lignes parallèles, tirées autour du vase, montrent souvent des ruptures et des irrégularités qui indiquent qu'en exécutant le travail d'ornamentation on n'a pas mis l'outil dans la partie du sillon récemment tracée, mais près d'elle. On voit aussi que la pression a été inégale, la dernière partie du sillon étant plus profonde d'un côté que de l'autre. (Voir Fig. 1 ci-dessus.)

* * *

Comment les morceaux du vase sont-ils venus au fond de la tourbière de Gottersäter?

J'ai dit ci-dessus pourquoi je ne peux pas supposer ni que les morceaux se soient enfoncés à travers la succession de couches ni qu'ils soient enterrés par la main d'un homme.

Je me permets de proposer ici deux manières d'expliquer le fait.

1°. Le vase s'est cassé et les morceaux ont été jetés par quelqu'un dans le lac.

2°. En traversant le lac en bateau on a apporté un vase, peut-être pour recueillir des macres flottantes comestibles¹, et, après avoir cassé le vase, par un accident quelconque, on a jeté les morceaux dans l'eau.

¹ Cf. les trouvailles de *Trapa* qu'on a faites dans les habitations lacustres en Suisse.

En tout cas, on peut bien admettre que le *Trapa* fût chez la population de la contrée une plante très importante à la subsistance, dont on recueillait chaque année les fruits¹.

En outre, en cultivant des parties de la tourbière de Gottersäter, on a rencontré des embarcations taillées, faites d'un seul tronc (canots). Des hommes sûrs qui ont pris part au travail de culture m'ont montré la place où ils avaient trouvé 2 canots, et je suis tout à fait sûr que les canots se trouvaient dans la boue atlantique. En outre, on comprend bien par l'histoire du développement de la tourbière qu'on n'a pu y aller en bateau dans un temps postérieur à la période atlantique, quand la tourbière était l'anse d'un lac. Ainsi, la conjecture que j'ai exposée ici la dernière ne doit pas être jugée trop mal fondée.

* * *

Avant de quitter le sujet dont je me suis occupé ci-dessus, je vais donner quelques chiffres, fondés sur des faits géologiques.

Comme la tourbière de Gottersäter est située à 40 mètres au-dessus de la surface de la mer et qu'on a apprécié, selon les calculs de M. MUNTHE, les limites les plus élevées de la mer de *Litorina* dans ces contrées à 60 mètres², les formations de *Litorina* qu'on a rencontrées dans la tourbière, argile avec le *Mytilus edulis* L. et le *Ruppia*, se trouvent à 66 % environ de la limite de *Litorina*. Selon le résumé le plus récent de l'extension de la mer de *Litorina*³ elle a dû s'étendre, peut-être, jusqu'à 75 mètres au-dessus du niveau de la mer actuelle. Dans ce cas, la tourbière doit être située à 53 % environ de la limite de la mer de *Litorina*.

Comme M. MUNTHE⁴, je regarde l'espace de 10000 ans trop peu estimé comme minimum du temps qui s'était écoulé, depuis que l'affaissement de *Litorina* était arrivé au maximum et que l'élévation de terrain commença à se faire. Je renvoie aux raisonnements de M. MUNTHE, en laissant au lecteur d'en juger. De ma part je regarde 12000 ans comme un chiffre beaucoup plus satisfaisant. Cependant, ce que j'ai dit ici ne vaut rien, si l'on ne suppose que l'élévation du dit maximum jusqu'à l'époque actuelle ait été, à tout prendre, continuelle.

¹ Dans BAILLON, Histoire des plantes, T. VI p. 489 il y a un passage qui nous paraît très singulier. On y lit: "Les anciens Thraces le (c.-à-d. le *Trapa natans*) mangeaient, dit-on, en guise de pain; ce qui se fait encore de nos jours dans une partie de la Suède." Dans notre siècle on n'a trouvé en Suède le *Trapa natans* que très rarement dans le lac Immeln en Scanie.

² HENR. MUNTHE: Preliminary Report on the Physical Geography of the Litorina-Sea Bull. of the Geol. Instit. of Upsala. No. 3. Vol. II. 1894.

³ DE GEER, Om Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden. Från Stockholms Högskolas populära föreläsningar. Stockholm 1896.

⁴ HENR. MUNTHE: Om fyndet af ett benredskap i Ancylius-lera nära Norsholm i Östergötland. Öfversigt af Kongl. Vet. Akad. Förhandl. 1895. N:o 3, pp. 173—176.

Bull. of Geol. 1896.

En supposant que la mer de *Litorina* se trouvait, à l'époque où fut enlité l'objet archéologique, à 53 % de son extension, alors, en partant du chiffre de 12000 ans, il faut fixer ainsi l'âge de la couche de fond (l'argile de *Litorina*) à environ 6360 ans avant notre temps. Ainsi, en supposant l'espace de 860 ans (quant à ce chiffre, il faut le juger tout à fait suffisant) pour former la couche de boue, épaisse de 2 décimètres, qui se trouve entre l'argile de *Litorina* et la place où fut faite la trouvaille, *il faut fixer l'âge des morceaux du vase à 5500 ans comme minimum.*



3. Studien über ältere Quartärablagerungen im südbaltischen Gebiete.

von

Dr. Henr. Munthe.

In einer früheren Arbeit¹ habe ich versucht, hauptsächlich auf Grund der in der Literatur zugänglichen Angaben eine *Darstellung der verschiedenen quartären Epochen des Baltischen Meeres* mit Ausnahme der postglacialen zu liefern. In der vielfach erörterten Streitfrage nach dem Alter der meistens marinen, fossilienführenden Ablagerungen innerhalb des südbaltischen Gebietes, die älter als die letzte Vereisung sind, schloss ich mich, was die Provinz Preussen betrifft, der Auffassung JENTZSCH's an², der für das betreffende Gebiet sowohl marine als auch supramarine Bildungen ansetzt, und zwar einerseits solche von *präglacialem* Alter (*Yoldia*-Thon, *Dreissena polymorpha*-führende Ablagerungen u. s. w.) und andererseits *interglaciale* Ablagerungen [marine mit »Nordsee-Fauna« (*Ostræa edulis*, *Tapes edulis* etc.) und supramarine mit *Elephas primigenius*, *Cervus megaceros*, *Rhinoceros antiquitatis* u. a. m. und einer Anzahl von Süßwasser-Mollusken, unter denen jedoch *Dreissena* fehlt]. In Bezug auf das westbaltische Gebiet und angrenzende Gegenden deutete ich, in Übereinstimmung mit JOHNSTRUP, den hier vorkommenden »Cyprinenthon« und einige andere sei es zusammen mit ihm, sei es ohne ihn auftretende fossilienführende Ablagerungen als *interglacial*, und in die gleiche Epoche verlegte ich auch ähnliche Ablagerungen auf Hiddensee (NW-Rügen), sowie den von mir entdeckten fossilienführenden Sand zwischen zwei Moränen in der Nähe von der Mündung Kielerbachs an der Ostküste von Rügen. Dagegen war ich der Ansicht, dass aus keinem bisher bekannten Lokal genügende Beweise für die von verschiedenen Seiten gemachte Annahme erbracht worden wären, dass der wirkliche »Cyprinenthon« aus präglacialer Zeit stamme.

Unter der Voraussetzung, dass die Beschreibung ZEISE's von den Lagerungsverhältnissen bei Burg in Ditmarschen richtig wäre, oder mit anderen Worten, dass die marinen Bildungen dort von einer Moräne überlagert

¹ MUNTHE, Studier öfver Baltiska hafvets quartära historia I. Akad. Afhandl. in Bih. K. Vet. Akad:s Handl., Bd 18, Afd. II, N:o 1 (Stockholm 189a) erschienen.

² Betreffs der einschlägigen Literatur sei auf meine soeben citierte Arbeit verwiesen.

werden, schloss ich mich ferner der Ansicht dieses Verfassers über das *präglaciale* Alter der letztgenannten Bildungen an.

Was Schonen betrifft, sprach ich mich zu Gunsten der von schwedischen Geologen ziemlich allgemein vertretenen Ansicht aus, dass hier fossilienführende Ablagerungen aus *interglacialer* Zeit — supramarine mit arktischen Pflanzen u. s. w. und marine mit *Gadus saida* — vertreten seien.

In Übereinstimmung mit dieser hier kurz besprochenen Auffassung der genannten Verhältnisse im südbaltischen Gebiete und in angrenzenden Gegenden theilte ich die Quartärperiode in folgende 5 Epochen ein, die ich als *ungefähr gleichwertig* bezeichnete:

5. *Die postglaciale Epoche*

- | | | |
|---------------------------------------|-----|--|
| 4. <i>Die jüngere glaciale Epoche</i> | { | b) Die Eismeerzeit (Yoldia-führender Eismeerthon etc. im westlichen Schweden und im Mälar-Thale, fossilienfreier Eismeerthon u. -Mergel etc. im balt. Gebiete).
a) Die Ausbreitung des »jüngeren baltischen Eisstromes« (durch die gewöhnlich wenig mächtige, <i>jüngere Moräne</i> vertreten). |
| 3. <i>Die interglaciale</i> | » { | Vertreten durch marine und supramarine Sedimente mit in der Regel gemässigter Fauna und Flora. |
| 2. <i>Die ältere glaciale</i> | » { | b) Die grosse Vereisung (durch die oft relativ mächtige, <i>ältere Moräne</i> vertreten).
a) Der »ältere baltische Eisstrom« (Spuren davon sind in Schonen und im südlichen Halland beobachtet). |
| 1. <i>Die präglaciale</i> | » { | Vertreten durch Yoldia-Thon etc. in Westpreussen. |

Ich suchte ferner auf Grund des damals zur Verfügung stehenden Materials die besonders wichtige Frage nach den *Veränderungen, die sich in der interglacialen Epoche hinsichtlich der marinen Fauna und der Diatomeenflora vollzogen haben*, etwas näher ins Auge zu fassen und daraus Schlüsse hinsichtlich der *Veränderungen einerseits der hydrographischen und klimatischen Verhältnisse, andererseits der Vertheilung von Land und Meer* zu ziehen. Im Zusammenhang damit hob ich als wahrscheinlich hervor, dass das von JOHNSTRUP auf Langeland zwischen einem unterliegenden »Cyprinenthon« und einem überlagernden, *Mytilus-Ostræa*-führenden Thon gefundene *Sandlager mit Süßwassermollusken* einen Süßwasser-Abschnitt des südbaltischen interglacialen Beckens zwischen zwei durch eine Landhebung getrennten, marinen Abschnitten von verschiedenem Charakter vertrete.

Im Anschluss an die genannten Fragen wurde auf die Bedeutung eingehender, paläontologisch-stratigraphischer Untersuchungen an geeigneten Lokalen aufmerksam gemacht.

Da die Kenntnis der älteren quartären Ablagerungen von Norddeutschland und Dänemark — wie aus meiner Darstellung (a. a. O.) ersichtlich sein dürfte — immer noch in manchen Beziehungen als sehr mangelhaft bezeichnet werden muss, und da die Beantwortung mehrerer für die Kenntnis des nordeuropäischen Vereisungsgebietes sehr gewichtigen Fragen mit verhältnismässig grosser Aussicht auf Erfolg gerade in diesen Gegenden zu suchen sein wird, erschien es mir sehr erwünscht, so bald wie möglich Gelegenheit zu finden, einige der wichtigeren dortigen Fundorte der fossilienführenden, älteren quartären Ablagerungen zu besuchen, um vielleicht einige neue Beiträge zur Aufklärung der oben angedeuteten und anderer Fragen zu erlangen. Durch ein mir vom *Letterstedt'schen* Verein zu Stockholm gütigst bewilligtes Reisestipendium war ich bereits im Sommer 1892 in der Lage zu diesem Zweck eine Reise vorzunehmen, und es ist mir eine angenehme Pflicht, dem Verein meinen Dank für diese Unterstützung hier öffentlich auszusprechen.

Auf dieser Reise wurden hauptsächlich das SW-baltische Gebiet Holstein und der Dornbusch auf Rügen besucht, und es waren namentlich die folgenden Fragen, denen besondere Aufmerksamkeit zugewendet wurde: 1. Die Frage nach dem Alter des »Cyprinenthons« und anderer fossilienführenden, älteren quartären Ablagerungen — ob *präglacial* oder nur *interglacial* (und in diesem Falle ob sowohl »älter« als auch »jünger« *interglacial*, d. h. ob man innerhalb des nordeuropäischen Vereisungsgebietes — wie das in dem der Alpen der Fall zu sein scheint — Beweise für 3 glaciales und 2 interglaciale Epochen habe). 2. Der Versuch durch eingehende paläontologisch-stratigraphische Untersuchungen der betreffenden fossilienführenden Lager die Veränderungen zu ermitteln, die in physisch-geographischer Hinsicht während der Zeit ihrer Bildung stattgefunden, zu welchem Zwecke aus den darüber besondere Auskunft gewährenden Profilen Probenreihen eingesammelt werden sollten.

Zur näheren Bearbeitung des zusammengebrachten, ziemlich reichhaltigen Untersuchungsmaterials konnte ich nur zeitweise die nöthige Musse finden, da meine Zeit von anderen Arbeiten sehr in Anspruch genommen wurde; eine Übersicht der wichtigeren Ergebnisse konnte ich jedoch bereits im Herbst-Semester 1894 in meinen öffentlichen, auf der Universität Upsala abgehaltenen Vorlesungen über »die Quartärperiode Nordeuropas« geben.

Eine Erörterung der *Foraminiferenfauna* in den untersuchten Proben lag anfänglich dem Plane dieser Arbeit fern, nachdem ich mich aber mit dieser Thiergattung etwas näher beschäftigt hatte, habe ich es als angemessen erachtet, zum Zweck einer möglichst allseitigen Beleuchtung der Frage nach den Bildungsbedingungen der Ablagerungen dieselbe mit zu besprechen. Es war ferner ursprünglich meine Absicht, über die Mehrzahl der von mir besuchten Fundorte einen ziemlich ausführlichen Bericht zu

erstatten, da aber die Bearbeitung des Materials (insbesondere die Schlammarbeiten und die Bestimmung der Foraminiferenfauna) eine bedeutend längere Zeit in Anspruch genommen, als ich ursprünglich berechnet hatte, sehe ich mich genöthigt, mich vorläufig auf eine nähere Beschreibung der wichtigsten Fundorte zu beschränken, in der Hoffnung künftig Gelegenheit zu finden, die Resultate mitzuthemen, die mit Bezug auf die übrigen eine eingehendere Erörterung etwa verdienen möchten¹.

Ehe ich aber zu diesem Bericht übergehe, werde ich eine kurze Übersicht über einige der wichtigsten, seit dem Erscheinen meiner oben citirten Abhandlung (1892) ans Licht getretenen Äusserungen folgen lassen, insofern sie sich auf die Fragen beziehen, die uns hier beschäftigen.

Was zunächst die besonders wichtige Frage nach der *Eintheilung der Quartärperiode* betrifft, verdient hervorgehoben zu werden, dass die von PENCK, DU PASQUIER und anderen Forschern (z. T. bereits vor 1892) innerhalb des Vereisungsgebietes der Alpen angestellten Untersuchungen bis zur völligen Evidenz dargethan zu haben scheinen, dass dieses Gebiet während der Quartärperiode nicht zwei, sondern drei glaciale und zwei interglaciale (grössere Abschmelzungs-) Abschnitte durchgemacht hat.

Unter diesen Umständen war es schon von vornherein mit grosser Wahrscheinlichkeit zu erwarten, dass man diese fünf Hauptabschnitte auch innerhalb des nordeuropäischen Vereisungsgebietes wiedergespiegelt finden sollte. Ansichten nach dieser Richtung hin sind denn auch bereits früher seitens einiger Forscher laut geworden². Erst neuerdings ist man dieser Parallelisirungsfrage näher zu Leibe gegangen, und zwar hat vor allem in der jüngsten Zeit JAMES GEIKIE bei verschiedenen Gelegenheiten darüber seine Ansichten auseinandergesetzt³. GEIKIE begnügt sich aber nicht damit, innerhalb des nordeuropäischen Vereisungsgebietes die soeben genannten 5 Hauptabschnitte der Alpen zu unterscheiden, sondern setzt noch 3 glaciale und 3 interglaciale Epochen an, d. h. nicht weniger als 6 glaciale und 5 interglaciale Epochen.

Ich theile schon hier eine provisorische Tabelle mit, welche die Gliederung der Quartärperiode der Alpen im Vergleich zu der GEIKIE'schen Gliederung Nord-Europas veranschaulichen soll. In dieser Tabelle ist zugleich das Wesentlichste aus dem oben S. 28 mitgetheilten Schema mit untergebracht; die hier vorgenommenen Abweichungen von diesem Schema sind durch die Ergebnisse der neueren Forschung — besonders der unten

¹ Die Bearbeitung des aus einem Profil bei Ristinge Klint auf Langeland eingesammelten Materials hat Herr Lic. der Phil. FRITH. ANDERSSON übernommen, der die Veröffentlichung der Ergebnisse seiner Untersuchung für die nächste Zeit in Aussicht stellt.

² Vgl. besonders PENCK, Die Geschiebformation Norddeutschlands, Zeits. d. deut. Geol. Ges. Bd 31, 1879. S. 117 flg.

³ Eine zusammenfassende Darstellung seiner Ansichten findet sich in seinem Aufsatz: Classification of European glacial deposits, erschienen in: The Journal of Geology. Vol. III, No. 3, Chicago 1895.

näher zu erörternden Arbeit KEILHACK's veranlasst¹. Die *glacialen* Epochen des GEIKIE'schen Schemas sind mit *römischen* Ziffern, die *interglacialen* mit *gewöhnlichen* bezeichnet.

Die Alpen.	Nordeuropa (GEIKIE).	Das baltische Gebiet und Norddeutschland.
Die postglaciale Epoche	{ VI. »Upper Turbarian» 5. »Upper Forestian» V. »Lower Turbarian» 4. »Lower Forestian»	Die postglaciale Epoche { c) Die Mya- Zeit b) » Litorina- » a) » Ancyclus- » (b) Die Yoldia-Zeit (Absmelzungsphase) a) » 3:te glaciale Epoche (» letzte Vereisung od. »der jüngere baltische Eisstrom»)
» 3:te glaciale »	IV. »Mecklenburgian»	
» 2:te interglaciale »	{ 3. »Neudeckian» III. »Polandian» 2. »Helvetian»	Die 2:te interglaciale Epoche
» 2:te glaciale »	II. »Saxonian»	{ Die 2:te glaciale Epoche (» grösste Vereisung)
» 1:ste interglaciale »	I. »Norfolkian»	Die 1:ste interglaciale Epoche
» 1:ste glaciale »	I. »Scanian»	{ Die 1:ste glaciale Epoche (Der »ältere baltische Eisstrom»)

Diese GEIKIE'sche Eintheilung des Quartärsystems des nördlichen Europa ist bereits vielfach auf Widerspruch gestossen; namentlich hat man sich mit seiner Annahme so zahlreicher Epochen nicht befreunden können, sondern die Zahl derselben zu reduzieren versucht. In einem kürzlich erschienenen Aufsätze von Dr K. KEILHACK: »Die Geikie'sche Gliederung der nordeuropäischen Glacialablagerungen» (Jahrb. der Königl. preuss. geolog. Landesanstalt für 1895, Berlin 1896) wird ein Theil der genannten GEIKIE'schen Gliederung einer sehr scharfen Kritik unterzogen. KEILHACK betont besonders das Unberechtigte der Zerlegung des »oberen Diluviums» der Deutschen in zwei Abtheilungen, die zwei verschiedenen Vereisungen (GEIKIE's »Polandian» und »Mecklenburgian») nach der grossen Vereisung (GEIKIE's »Saxonian») entsprechen sollten. Das Vorhandensein eines oberen Geschiebemergels auch südlich von der namentlich in den letzten Jahren eingehender studierten, bedeutenden Endmoränenstrecke im nördlichen

¹ Siehe auch MUNTHE, De yngsta skedena af jordens utvecklingshistoria etc. Grundlinjer. Sommarkurserna i Upsala 1893. S. 11 u. folg.

Deutschland u. s. w. ist nämlich nicht, wie GEIKIE meint, auf eine besondere Vereisung zurückzuführen, sondern diese Moräne ist nach KEILHACK mit der oberen Moräne nördlich von derselben Endmoränenstrecke identisch. Diese letztere wieder bezeichnet nicht den äussersten Rand, sondern nur eine »Rückzugsetappe« der letzten Vereisung¹.

Von grossem Interesse sind ferner die Äusserungen KEILHACK's über die Spuren einer dritten, ältesten Vereisung und einer älteren interglacialen Epoche im nördlichen Deutschland, eine Frage, auf die ich weiter unten zurückkomme.

Das gleiche gilt von seiner Tabelle über die Gliederung des nord-deutschen Quartärsystems, woran ich mich in der Hauptsache anschliesse.

In einem am 2. April 1896 gehaltenen und in dem Sitzungsbericht d. Physikal.-ökonom. Gesells. zu Königsberg in Pr., Jahrg. 37 erschienenen Vortrage äussert sich Prof. JENTZSCH im Allgemeinen zu Gunsten der von GEIKIE gemachten Eintheilung und sucht ein paar von dessen Epochen noch weiter zu zergliedern. So theilt er GEIKIE's »Neudeckian« in nicht weniger als 6 Unterabtheilungen ein und belegt vier von denselben mit Namen, die mit Rücksicht auf die Fundorte in der Prov. Preussen gewählt sind, an denen die resp. Abtheilungen verhältnissmässig gut ausgebildet sind. Die Rathsamkeit einer derartigen, nach dem genannten Princip, d. h. mit Rücksicht auf ein bestimmtes, eng begrenztes Gebiet vorgenommenen, näheren Gliederung lässt sich füglich anzweifeln. Es ist leicht einzusehen, zu welchen Konsequenzen es führen würde, wollte man auf diese Weise Lagerserien innerhalb einer Menge Gebiete von ähnlicher, relativ wenig bedeutender Ausdehnung mit besonderen Lokalnamen belegen. Noch bedenklicher ist es, wenn Prof. JENTZSCH a. a. O. die bereits von GEIKIE für Nord-Europa angesetzten Moränen-Horizonte »Saxonian«, »Polandian« und »Mecklenburgian« mit Lokalnamen, die er ebenfalls aus der Prov. Preussen entlehnt, oder resp. »Lenzenian«, »Fiedlitzian« und »Rothofian« bezeichnet. Warum nicht einfach, wie dies bisher sonst üblich war, von der *ersten*, *zweiten* und *dritten glacialen Epoche* oder Vereisung reden und warum nicht eine Darstellung der Entwicklungsphasen einer interglacialen Epoche geben und dieselben nach ihren *Leitfossilien* benennen, statt sie mit Lokalnamen zu belegen²?

In Bezug auf die oben erwähnte Eintheilung GEIKIE's möchte ich ferner betonen, wie unbegründet es meines Erachtens ist die südbaltischen, grösstentheils marinen, temperirten Interglacialablagerungen auf die Weise

¹ Diese Thatsache macht es sehr wahrscheinlich, dass das Landeis während der letzten Vereisung auch in Skandinavien und Russland weitere Ausbreitung gehabt habe, als DE GEER meint (Vgl. besonders DE GEER: Om Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden, Tafl. 2, Stockholm 1896).

² Ich kann es nicht unterlassen, in diesem Zusammenhang auf das gelind gesagt eigenthümliche Verfahren WARREN UPHAM's aufmerksam zu machen, der (in American Geologist, Vol. 16, No. 2) auf der Karte (Taf. VI), die seinen Aufsatz: Correlations of stages of the ice age in North America and Europe, begleitet, die *amerikanischen* Benennungen für die äussersten Grenzlinien der Vereisungen *Nordeuropas* gebraucht.

zu zergliedern, wie es GEIKIE thut, und einen Theil derselben in den Abschnitt »Helvetian« und einen anderen Theil (z. B. diejenigen Ostpreussens) in den Abschnitt »Neudeckian« zu verlegen.

Sehr auffällig ist auch die Ansetzung der jüngsten 2 interglacialen und 2 glacialen Epochen, die zusammengenommen unserer schwedischen postglacialen Epoche, welche sowohl die *Ancylus*- als auch die *Litorina*- (und *Mya*-) Zeit umfasst, entsprechen sollen. Diese GEIKIE'schen 2 glacialen Epochen, die hauptsächlich auf Grund der in Schottland herrschenden Verhältnisse angesetzt worden sind, haben nämlich innerhalb Schwedens nichts wirklich entsprechendes, insofern die Faktoren, die das lokale Vorrücken des Landeises in Schottland verursacht zu haben scheinen, in Schweden — wahrscheinlich jedoch mit Ausnahme der centralen Theile — sich nur als verhältnismässig unbedeutende klimatische Veränderungen und dadurch bewirkte Verschiebungen der Flora und der Fauna zu erkennen geben. GEIKIE hat offenbar dabei den Begriffen »glacial« und »interglacial« einen weiteren Sinn beigelegt, als ihnen gewöhnlich zukommt, wodurch verhältnismässig unerheblichen Veränderungen des Klimas und darauf beruhenden *Oscillationen* des Landeises eine allzu grosse Rolle eingeräumt worden ist. Versteht man — in Übereinstimmung mit der herrschenden Ansicht — unter einer *interglacialen Epoche* eine in die Zeit zwischen zwei grösseren Vereisungen fallende und durch eine — wenigstens innerhalb der peripherischen Gegenden der Vereisungsgebiete stattfindende — wesentliche Besserung des Klimas charakterisirte Abschmelzungsphase, so liegt es auf der Hand, dass die jüngsten 4 Epochen GEIKIE's als Abschnitte von untergeordneter Bedeutung oder was man »Zeiten« nennen könnte zu betrachten sind. Es ist klar, dass während einer interglacialen Epoche das Klima innerhalb der centralen, häufig höher gelegenen Theile des Vereisungsgebietes — auch als es am besten war — sehr wohl *arktisch* gewesen sein kann, und dass somit die arktische Fauna und Flora, die man etwa in den zwischen 2 Moränen befindlichen Sedimenten solcher Gebiete antrifft, während einer wirklichen interglacialen Epoche entstanden sein können¹. Da derartige Lager in solchen Gegenden auch, und zwar vielleicht vorwiegend, während »Interoscillationszeiten« gebildet worden sind, muss man sichere Anhaltspunkte (z. B. in den Geschieben und in der Mächtigkeit der Moränen u. s. w.) für die Entscheidung der Frage nach dem Alter und der Bildungsweise derselben zu gewinnen suchen.

Da indessen das Landeis innerhalb der centralen Theile des Vereisungsgebietes vorwiegend wegräumend, innerhalb der peripherischen hinwiederum hauptsächlich anhäufend gewirkt hat, ist es klar, dass man erwarten muss, die Lagerreihe in den letztgenannten Gebieten weit vollständiger

¹ In einem beachtenswerthen Aufsatz: Zur Kritik d. interglacialen Pflanzenablagerungen (Abh. d. Naturw. Ver. zu Bremen 1896, Bd 13, S. 487 flg.) hat Dr. C. A. WEBER die einschlägigen Fragen näher erörtert, und wie es scheint, in befriedigender Weise die Angriffe gegen die Annahme interglacialer, pflanzenführender Ablagerungen in Norddeutschland zurückgewiesen.

vertreten zu finden als in den ersterwähnten. Daraus folgt wieder, dass man häufig auf die interglacialen Verhältnisse innerhalb der peripherischen Theile angewiesen ist, um Schlussfolgerungen z. B. hinsichtlich der Grösse der Abschmelzung innerhalb der centralen zu machen.

In das entgegengesetzte Extrem wie GEIKIE verfällt N. O. HOLST, der neuerdings nachzuweisen versucht hat¹, dass in Schweden, ja sogar in Norddeutschland keine interglaciale Epoche bestanden habe, eine Auffassung, die durch das im vorliegenden Aufsatz bereits Gesagte, bezw. weiter unten noch Auszuführende genügend widerlegt sein dürfte. Derselbe Verfasser hat ferner (a. a. O.) in einer übrigens sehr oberflächlichen Weise diejenigen abfertigen zu müssen geglaubt, die kühn genug gewesen, dem viel besprochenen, von GOTTSCHKE gemachten Fund von »präglacialem» »Cyprinenthon» bei Kekenis auf Alsen die Beweiskraft abzusprechen; und er tritt für die Ansicht ein, dass jeder südbaltische »Cyprinenthon» präglacial sei, eine Auffassung, die wohl ebensowenig wie die vorhin genannte eine besondere Entgegnung verlangt.

Im Jahre 1895 machte V. MADSEN einen Vorschlag zur Eintheilung des Quartärsystems, der in wesentlichen Punkten von den älteren Eintheilungen abweicht². So z. B. setzt er einen besonderen *norwegischen Eisstrom* an, der seiner Ansicht nach dem »älteren baltischen» vorausgegangen sein soll, und in die interglaciale Zeit zwischen diesen beiden verlegt er die Bildung des temperirten »Cyprinenthons» u. s. w. in dem südbaltischen Gebiet und angrenzenden Gegenden (siehe die Tabelle MADSENS a. a. O. S. 30), während die interglaciale Epoche, die zwischen der sog. »grossen Vereisung» und der Ausbreitung des »jüngeren baltischen Eisstromes» liegt, durch »älteren Dryasthon» in Schonen und Dänemark vertreten sein soll. Die Unhaltbarkeit einer solchen Auffassung dürfte am besten schon daraus hervorgehen, dass die fraglichen, allgemein vertretenen, temperirten marinen Ablagerungen nicht selten auf einer unteren, mächtigen Moränenbank ruhen, von der man wohl annehmen muss, dass sie die Moräne der grossen Vereisung, nicht aber eines norwegischen Eisstromes vertritt, während sie von einer gewöhnlich wenig mächtigen Moränenbank überlagert werden, die meines Erachtens den »jüngeren baltischen Eisstrom» vertritt. Eine Stütze für diese Ansicht sehe ich übrigens in einigen der von MADSEN selbst mitgetheilten Profile, die das Vorhandensein mariner Lager zwischen zwei Moränenbanken aufweisen. Für mein Theil halte ich es für wahrscheinlich, dass, wenn es zu Anfang der Quartärperiode einen norwegischen Eisstrom von irgend welcher Bedeutung gegeben hat, dieser mit dem »älteren baltischen» ziemlich gleichzeitig gewesen und daher mit demselben etwa auf die gleiche Linie zu stellen ist, und dass die Lager der »Nordseefauna» im Allgemeinen ihren Platz zwischen der grossen und

¹ N. O. HOLST, Har det funnits mera än en istid i Sverige? Sveriges Geol. Unders., Ser. C, No 151, 1895.

² Istidens Foraminiferer i Danmark og Holsten og deres Betydning for Studiet af Istidens Aflejninger. Meddelelser fra Dansk geologisk Forening, Nr 2, Kjöbenhavn 1895.

der jüngeren baltischen Moräne behalten müssen¹. Ich komme übrigens weiter unten auf diese und andere mit ihr im Zusammenhang stehende Fragen zurück.

C. GOTTSCHKE hat im Jahre 1894 in einer kurzen Notiz über »das marine Diluvium von Schleswig-Holstein« (Referat über einen Vortrag²) die Ablagerungen, die wir oben im Auge gehabt, sowie andere marine Ablagerungen im südwest-baltischen Gebiet etc. *nach klimatischen Charakteren* in folgende drei Gruppen gegliedert: *I*=*arktisch* (mit *Yoldia arctica* etc.), *II*=*boreal* (mit *Leda pernula* etc.) und *III*=*temperirt*, der heutigen Nordseefauna entsprechend (mit *Ostræa edulis* etc.), von denen *III* angeblich zu der *interglacialen*, *I* und *II* dagegen — »einschliesslich des schleswigschen Cyprinen-Thones« — zu der *präglacialen Epoche* gehören sollen, und zwar soll *II* etwas älter sein als *I*.

Wie aus diesen kurzen Mittheilungen ersichtlich ist, sind die Ansichten über die Eintheilung des Quartärsystems in Norddeutschland und Dänemark sehr verschieden und stehen mit einander oft geradezu in Widerspruch; ich werde weiter unten auf eine nähere Erörterung dieser viel umstrittenen, aber besonders wichtigen Frage eingehen.

Was unsere *Kenntnis von der Fauna* des »*Cyprinenthons*« etc. betrifft, ist diese namentlich durch die Untersuchungen MADSEN's (a. a. O.) um sehr bedeutendes erweitert worden, indem dieser Forscher durch Schlammung und Untersuchung von Material aus einer beträchtlichen Anzahl von Fundorten in Dänemark und Holstein erwiesen hat, dass in diesen Ablagerungen *Foraminiferen* weit zahlreicher vertreten sind, als bisher bekannt gewesen ist. Meiner Meinung nach geht jedoch MADSEN zu weit, wenn er meint, dass »das Studium von den Foraminiferen des Diluviums in geologischer Hinsicht eine ebenso grosse Bedeutung wie das Studium von dessen Mollusken habe« (a. a. O. S. 174). Denn infolge sowohl ihrer geringeren Grösse als auch ihrer unbedeutenden Schwere sind die Foraminiferen zweifellos in weit höherem Grade dem Transport durch die Meeresströmungen ausgesetzt als erwachsene Mollusken, eine Thatsache, die eine recht bedeutende Fehlerquelle bei der Beurtheilung der Bildungsbedingungen einer Ablagerung zur Folge haben kann³. Für die Entscheidung der letztgenannten Frage dürften daher die Mollusken und andere grössere, nicht

¹ Was ich hier anlässlich der MADSEN'schen neuen Eintheilung des Quartärsystems ausgeführt habe, stimmt im Wesentlichen zu meinen Äusserungen in Geolog. Fören:s i Stockholm Förhandl., Bd. 18, (1896) S. 243, Fussnote.

² Zeits. d. deutschen Geolog. Gesells., Bd. 46, S. 848.

³ G. WINTHER gibt an (Naturhist. Tidsskrift, 3 Række, 9 Bd., Kjöbenhavn 1874, S. 131) es komme nach heftigen Stürmen und damit zusammenhängenden gewaltsamen und oft plötzlichen Stromveränderungen vor, dass der Grund des Kattegats und des Sundes an Stellen, wo sonst eine reiche Foraminiferenfauna angetroffen werde, der Foraminiferen ermangle, dass sie aber wieder aufträten, nachdem Wind und Strom einige Zeit ruhig gewesen. Am wahrscheinlichsten ist wohl, dass die Foraminiferen zusammen mit dem Thonschlamm in dem stark erregten Wasser aufgeschlämmt worden und dann zu Boden gesunken seien; dies ist die eine der Alternativen, die WINTHER zur Erklärung der Erscheinung anführt.

pelagische Organismen nach wie vor als in erster Linie ausschlaggebend zu betrachten sein.

MADSEN theilt ferner verschiedene früher noch nicht veröffentlichte Artenlisten über *Mollusken* etc. aus einer Anzahl Fundorten mit — mehrere von diesen Listen sind von C. GOTTSCHKE ihm zur Verfügung gestellt oder doch vervollständigt worden — aber sonderbarerweise werden sowohl in diesen Listen als auch in denjenigen über die Foraminiferen die Arten im Allgemeinen ganz unterschiedslos durcheinander zusammen geführt, d. h. ohne Angaben über das stratigraphische Auftreten der Arten in den untersuchten Lagern. Es liegt auf der Hand, dass der Werth der offenbar sehr umfassenden und übrigens genauen Untersuchungen MADSEN's wenigstens in einigen Fällen *in nicht geringem Masse* erhöht worden wäre, hätte er, statt eine solche Menge Lokale auf die angedeutete Weise einer Untersuchung zu unterziehen, sich auf eine geringe Zahl von interessanteren Fundorten beschränkt und von diesen eine detaillirte Erörterung der paläontologisch-stratigraphischen Verhältnisse geliefert. Durch das Resultat seiner Untersuchungen, wie es thatsächlich vorliegt, ist daher unsere Kenntniss von der Fauna in mehreren der betreffenden Ablagerungen nur in geringem Masse gefördert worden, denn bei den Einzeluntersuchungen, denen man wenigstens einige der von MADSEN erwähnten Lokale künftig doch wohl wird unterziehen müssen, wird man auf seine Artenlisten wenig Rücksicht nehmen können, und zwar deshalb weil er in der Regel keine Angaben über das Niveau bringt, aus dem eine bestimmte Probe entnommen worden.

Als wenig glücklich muss ferner auch das von GOTTSCHKE und zum Theil von MADSEN eingeschlagene Verfahren bezeichnet werden, wenn sie ohne nähere Angabe der Lagerungsverhältnisse eine Anzahl in verschiedenen Gebieten vorkommende Ablagerungen deshalb als *gleichzeitig* ansetzen, weil sie zufällig den gleichen faunistischen Charakter zeigen. Es *kann* ja nämlich eine quartäre Ablagerung von *gemässigtem* Charakter entweder präglacial sein oder der ersten bzw. der zweiten interglacialen Epoche angehören (oder endlich postglacial sein), eine *arktische* hingegen kann im Anschluss an die *Ausbreitung* bzw. *Abschmelzung* entweder des ersten oder des zweiten oder des dritten Landeises gebildet sein. Diese mangelhafte Kenntniss der Lagerungsverhältnisse scheint denn auch die Ursache jener Unsicherheit hinsichtlich des wirklichen Alters von einem Theil der Ablagerungen zu sein, die in MADSEN's Schema (l. c. S. 30) zum Ausdruck kommt. Ich gebe gern zu, dass die Entwirrung einiger der in Frage stehenden Lagerungsverhältnisse mit sehr grossen Schwierigkeiten verbunden, ja zuweilen überhaupt gar nicht möglich ist, weshalb es sich auch empfehlen dürfte, die Untersuchungen vorläufig auf solche Profile zu concentriren, die in der kürzesten Zeit die sichersten Ergebnisse zu gewähren versprechen.

Die Ausstellungen, die ich oben an MADSEN's Arbeit gemacht habe, sollen zur Begründung dessen dienen, dass ich im speciellen Theile dieses Aufsatzes theils verhältnismässig wenig Rücksicht auf seine Angaben

genommen habe, theils von seinen Ansichten über verschiedene quartär-geologische Fragen in wesentlichen Punkten abweiche¹.

Unter den kleineren Notizen, die seit 1892 ans Licht getreten sind und sich mit den hier in Rede stehenden Fragen beschäftigen, verdient die folgende besonders hervorgehoben zu werden:

1893 erwähnt F. E. GEINITZ² den Fund von *Cardium edule* L. und *Corbula gibba* OLIVI in scharfem, blaugrauem Diluvialsande auf einer Meerestiefe von 55—58 M. bei einer Brunnenbohrung in der Stadt *Schwaan* südlich von Rostock. Dieses fossilienführende Lager wird von feinem Sand und Thon, letzterer wieder von Sand überlagert.

In Übereinstimmung mit GEINITZ' Auffassung halte ich es für wahrscheinlich, dass diese Lager von interglacialem Alter sind; als recht bemerkenswerth verdient hervorgehoben zu werden, dass die angegebene Lagerungsweise die Möglichkeit nicht ausschliesst, dass sich die Schalen aus einer Strand- oder Seichtwasserbildung herschreiben, die, falls diese meine Vermuthung das richtige trifft, also beweisen würde, dass die Gegend einst während einer interglacialen Epoche bedeutend (vielleicht bis zu etwa 40 Meter?) höher als heutzutage gelegen habe, und dass dann eine Landsenkung eingetreten sei, während deren die unmittelbar darüberliegenden thonigen Lager gebildet worden — oder zuerst feiner Sand, dann thoniger Sand, und schliesslich (bis zu 15 Meter mächtiger) Thon — worauf eine durch die darauf folgenden sandigen Lager vertretene Landhebung stattgefunden habe. — In derselben Notiz wird ferner über einen Fund von *Cardium edule* in Grus bei Sachsenberg b. Schwerin in einer Höhe von ca 50 Meter über dem Meeresspiegel berichtet. Auch dieser Grus dürfte aus interglacialer Zeit stammen.

Für die Beurtheilung der Frage nach der Eintheilung des nord-deutschen Quartärsystems sind ferner einige der in den letzten Jahren als »interglacial« beschriebenen Vorkommnisse von *supramarinen Lagern* von grossem Interesse, insofern sie die klimatischen Verhältnisse während der interglacialen Epochen beleuchten. Ich komme weiter unten auf diese Frage zurück, möchte aber schon hier darauf aufmerksam machen, dass die Flora und Fauna dieser Ablagerungen klimatische Verhältnisse vorauszusetzen scheinen, die mit den heutigen derselben Gegenden übereinstimmten oder sogar noch günstiger waren; ausserdem weisen wenigstens an einer Stelle (Kottbus in Brandenburg) die oberen Lager auf eine Verschlimmerung des Klimas hin, die zweifellos durch das abermalige Vorrücken des Landeises bedingt war.

Ich gehe jetzt zur Einzeldarstellung der bisher etwas eingehender

¹ An anderer Stelle (Geol. Fören. i Stockholm Förhandl., Bd. 18 (1896) S. 233 und Bd. 19 (1897) S. 113) habe ich versucht, meinen Standpunkt MADSEN gegenüber in Bezug auf den Charakter der in Moränen und "Hvitåbildningar" vorkommenden Foraminiferen näher zu präcisieren. Ich halte nämlich dafür, dass auch die von MADSEN angeführten Arten grössten- oder grösserentheils von *präquartärem* — aber nicht, wie MADSEN meint, von *quartärem* Alter sind.

² Archiv d. Ver. d. Fr. d. Naturgesch. in Mecklenburg 47, 1893, S. 135—136.

durchgearbeiteten Profile über — derjenigen aus dem Dornbusch auf Rügen, ferner Alsen und Burg in Ditmarschen. Ausserdem werden kleinere Mittheilungen über einige andere Fundorte wie Vejsnæs Nakke und Tranderup auf Ärö, Strib auf Fünen, Tarbek, Fahrenkrug und Blankenese in Holstein und die Insel Hven im Öresund gegeben werden.

Die leitenden Principien sowohl bei den Untersuchungen im Felde als auch später sind die oben auf Seite 29 hervorgehobenen gewesen, da aber, wie sich später herausstellte, einige Verhältnisse bei den Untersuchungen im Felde nicht genügend beachtet worden waren, konnte die später vorgenommene Untersuchung nicht immer so befriedigende Resultate ergeben, wie ich bei den Untersuchungen im Felde erwarten zu dürfen glaubte.

Mit Bezug auf die in dieser Arbeit mitgetheilten Tabellen dürften bereits hier einige Erklärungen am Platze sein. In hauptsächlichlicher Übereinstimmung mit dem von mir bei ein paar früheren Gelegenheiten befolgten Plane¹ haben die in den Tabellen verwendeten Abkürzungen und Zeichen folgende Bedeutung:

Die erste Kolumne zeigt *die heutige allgemeine geographische Ausbreitung* der Arten an, insofern diese mit den *Temperaturverhältnissen* des Meeres zusammenhängt, wobei *S* = *südliche* Ausbreitung ist, d. h. die *Nordgrenze* bei W.-Finnmarken, *N* = *nördliche* Ausbreitung d. h. die *Südgrenze* etwa bei Schottland (betreffs der Mollusken bei der W.-Küste Spaniens), *w* = *weite* Ausbreitung, d. h. innerhalb beider Gebiete, sowohl *S.* als *N.* vorkommend. In der zweiten Kolumne sind (mit Ausnahme der Diatomeentabellen) mit + diejenigen Arten bezeichnet, die ausser im Salzwasser auch im Brackwasser angetroffen werden. Die vorletzte Kolumne zeigt das jetzige Vorkommen der Arten an, und zwar *die innerste bis jetzt bekannte Grenze nach dem Baltischen Meere zu*, insofern man darüber nähere Kenntniss hat. Die letzte Kolumne gibt betreffs der Foraminiferen und Mollusken Auskunft über *die jetzige bathymetrische Ausbreitung* der Arten durch Angabe der *Minimitiefe*, worauf sie in unseren nördlichen Meeresgebieten angetroffen worden sind. In den Tabellen ist ferner *s* = *selten*, *h* = *häufig* und + = *ziemlich häufig* in den resp. Proben vorkommend.

Die *Diatomeen*, welche vom Herrn Professor P. T. CLEVE gütigst bestimmt worden sind, sind nach ihrer heutigen, bis jetzt bekannten Ausbreitung geordnet, insofern diese vom *Salzgehalt* abhängt, in Übereinstimmung mit dem von mir in meinen früher citierten Arbeiten befolgten Prinzip:

I =	Arten die in Gebieten leben mit einem Oberflächen-Salzgehalt von 3.5 — ca 1.25 ‰ (Nördl. Öresund)
II =	„ „ „ „ „ „ „ „ „ 1.25 — ca 0.79 ‰ (Bornholm)
III =	„ „ „ „ „ „ „ „ „ 0.79 — ca 0.55 ‰ (Südquarken)
IV =	„ „ „ „ „ „ „ „ „ 0.55 — ca 0.20 ‰ (Nördl. Bottn. Busen)
V =	„ „ „ Süsswasser leben.

¹ MUNTHE, Balt. hafvets quart. historia I.

— Preliminary Report on the Physical Geography of the Litorina-Sea, Bull. Geol. Inst. Upsala, No. 3, Vol. II (1894).

Die mit * bezeichneten Arten sind *Planktonformen*. In der ersten Kolumne der Diatomeentabelle sind mit + diejenigen Arten bezeichnet, die an höheren Algen u. s. w. leben, von denen man also annehmen kann, dass sie mit diesen von einem Gebiet zu einem anderen geführt worden seien.

Die Bestimmung der *Balaniden* verdanke ich Herrn Doc. CARL W. S. AURIVILLIUS, die der *Ostracoden* Herrn Cand. JOH. GUNNAR ANDERSSON (Upsala), die der höheren Pflanzen und der Moose von Ärö den Herren Doc. GUNNAR ANDERSSON (Stockholm) und Dr. C. JENSEN in Hvalsö.

In Bezug auf die Artenbegrenzung und die Aufstellung der Foraminiferen in dieser Arbeit bin ich in der Hauptsache A. GOËS gefolgt: A Synopsis of the arctic and Scandinavian recent marine Foraminifera hitherto discovered (K. Sv. Vet. Akad. Handl. Bd. 25, N:o 9, Stockholm 1894). Bei der Bestimmung der Arten sowie ihrer Ausbreitung wurde ferner H. B. BRADY, Report on the Foraminifera dredged by H. M. S. Challenger 1873—76, Report on scient. Results of the Voyage of Challenger, Vol. IX (zoology), London 1884, als die ungleich wichtigste einschlägige Arbeit benutzt.

Beschreibung der Fundorte.

Der Dornbusch, Rügen.

Der Dornbusch, der den nördlichsten, höheren Theil der Insel Hiddensee bildet, ist, soviel bis jetzt bekannt ist, gänzlich aus quartären Ablagerungen aufgebaut, und aus der im Jahre 1891 erschienenen ziemlich ausführlichen Beschreibung über den geologischen Bau des Dornbusch von A. GÜNTHER¹ geht hervor, dass die Hauptmasse dieser quartären Bildungen aus *Geschiebemergel* besteht; daneben kommen stellenweise ziemlich mächtige Lager von Sand und mit Kies untermischtem Sand vor, denen sich fossilienführende Ablagerungen (»Cyprinenthon«) nur als untergeordnetes Glied anreihen. Dieser »Cyprinenthon« ist indes von hohem Interesse, indem er ein Glied jener Kette von älteren, marinen Quartärbildungen ausmacht, die einerseits aus der Provinz Preussen, anderseits aus dem SW-baltischen Gebiete und angrenzenden Gegenden bereits bekannt ist. Das Auftreten des »Cyprinenthons« in den grossartigen Strandprofilen am nord-westlichen Ufer des Dornbusch entlang, ist indessen, wie GÜNTHER darge-
 than hat, in der Regel äusserst verwickelt, was darauf beruht, dass die Lager sehr starken Störungen ausgesetzt gewesen, die aller Wahrscheinlichkeit nach hauptsächlich mit dem letzten Vorrücken des Landeises über das betreffende Gebiet im Zusammenhang gestanden haben, nicht aber, wie GÜNTHER annimmt, grösstentheils aus postglacialer Zeit stammen.

Es gibt jedoch im Gebiete der genannten Strandprofile und zwar einige hundert Meter nordöstlich von der »Hucke« in SW (siehe GÜNTHER's Karte) eine Strecke, innerhalb deren die ursprünglichen Lagerungen verhältnismässig weniger gestört sind; die hier herrschende allgemeine Lagerungsweise zeigt nach GÜNTHER (l. c. S. 9) folgendes Aussehen:

- | | | |
|---|-----------|--------|
| 1) (zu oberst) Flugsand | 1—2 | Meter, |
| 2) Steinpflasterschicht (von geringer Mächtigkeit) | | |
| 3) Verwitterter Geschiebemergel(?), dunkelbraun, lokal von
einem Kiesnest ersetzt | 0.2—0.5 | » |
| 4) Gelber Geschiebemergel | ca 1.5 | » |
| 5) Sandschicht | 0.3—0.4 | » |
| 6) Mariner Thonschicht, zu oberst grünblau mit Fossilien,
unten hellbraun und graubraun ohne Fossilien | 1.0—2.0 | » |
| 7) Sandschicht | 2.0—3.0 | » |
| 8) Blaugrauer Geschiebemergel (unverwittert) | 20.0—30.0 | » |

¹ Die Dislokationen auf Hiddensee (Dissertation).

Wie ich früher¹ nachzuweisen gesucht, spricht alle Wahrscheinlichkeit dafür, dass der untere, unverwitterte, mächtige Geschiebemergel die »grosse Vereisung«, der obere, verwitterte hingegen den »jüngeren baltischen Eisstrom« vertritt, und dass der »Cyprinenthon« zwischen diesen Moränen aus *interglacialer* Zeit, nicht aber, wie GÜNTHER glaubt, aus »jungdiluvialer« stammt. Fossilien sind von GÜNTHER nur im »Cyprinenthon« gefunden worden und bestehen meistens aus *Mollusken* (*Pecten opercularis* L., *Cardium* cfr *edule* L., *Cyprina islandica* L., *Corbula gibba* OLIV., *Turritella terebra* L. und *Columella* von *Fusus*?). Aus einigen im Jahre 1890 mitgebrachten Proben des am Strande anstehenden »Cyprinenthons« bekam ich ausserdem beim Abschlämmen *Nucula* sp., einige *Ostracoden* (*Cythere tuberculata* G. O. SARS, *C. concinna* R. JONES, *Loxococoncha guttata* (NORMAN) und *Cytheridea papillosa* (BOSQUET) nebst den *Foraminiferen* *Nonionina depressula* WALK. & JAC. und *Rotalina Beccarii* L. (Balt. hafvet I, p. 59).

In einer interessanten Arbeit über Rügen hat sich Prof. RUDOLF CREDNER² ebenfalls gegen das »jungdiluviale« Alter des »Cyprinenthons« von Dornbusch ausgesprochen, ohne jedoch seine Ansicht über diese Altersfrage näher anzugeben. Ich komme weiter unten auf diese Arbeit zurück. Ferner hat V. MADSEN³ in einer von Prof. W. DEECKE erhaltenen Probe von »Cyprinenthon« aus dem gleichen Lokal verschiedene Foraminiferen (s. u.) gefunden und ausserdem die Zahl der dortigen Mollusken mit einer neuen Art, *Mytilus edulis*, vermehrt.

1892 besuchte ich wieder den Dornbusch, diesmal in der Absicht die Lagerungsverhältnisse innerhalb der von GÜNTHER erwähnten Strecke der weniger gestörten Lagerungsfolge etwas näher zu studieren und von dort Probenserien von den fossilienführenden Lagern mitzubringen, um diese dann durch Abschlämmen auf das Vorkommen von Mikroorganismen u. s. w. hin zu untersuchen. Das Ergebnis meiner Untersuchungen über die allgemeinen Lagerungsverhältnisse der genannten Strecke stellt das umstehende Profil, *Figur 1* dar, dessen Länge 105 Meter und dessen Höhe 45 Meter beträgt. Ehe ich zu einer näheren Erörterung der gefundenen Fossilien übergehe, dürfte eine kurze Übersicht über die Lagerungsverhältnisse, wie ich sie auffasste, am Platze sein.

Zu äusserst nach NO hin steht zu unterst im Strandstreifen *unverwitterter, graugrüner Geschiebemergel* an, dessen Fortsetzung nach SW einen im Strandstreifen anstehenden, mindestens 1.3 Meter mächtigen, *unverwitterten, graugrünen »Cyprinenthon«* überlagert, der dem Vorhandensein von zahlreichen (in situ zerdrückten) Schalen von *Cyprina islandica* seinen Namen verdankt. Die Mächtigkeit des Geschiebemergels ist zu äusserst im NO *mindestens* 5 Meter, es ist aber wahrscheinlich, dass die von

¹ Balt. hafvet I, S. 58–62.

² Rügen, Eine Inselstudie, Stuttgart 1893.

³ Note on German pleistocene Foraminifera. Meddel. fra Dansk Geolog. Foren. No. 3, Kjöbenhavn 1895 (S. 15–16).

Bull. of Geol. 1896.

liegendem Sand und etwas marinem Thon entsprechen, abgesehen von dem unter dem untersten Geschiebemergel liegenden »*Cyprinenthon*«. Diese cr-

hebliche Verschiedenheit dürfte darauf beruhen, dass der untere Theil des Profils zur Zeit der GÜNTHER'schen Untersuchung in weit grösserer Ausdehnung als 1892 durch Absturzmaterial bedeckt war, wodurch die Ermittlung der Lagerungsverhältnisse erschwert wurde. Dies scheint übrigens auch GÜNTHER's Tafel 2 zu bestätigen, die meinem Profil zunächst entsprechen dürfte. Auf Seite 23 erwähnt jedoch GÜNTHER das Vorkommen von »grünblauem Diluvialthon» »unter dem blaugrauen Geschiebemergel«, was die soeben erwähnte Kluft zwischen unseren Profilen einigermassen überbrückt.

Das Profil ist ziemlich steil, indem es durchschnittlich einen Winkel von ca. 45° gegen den Horizont bildet. Einige Parteen desselben, z. B. »die mittlere« Geschiebepank, zeigen jedoch eine fast senkrechte Wand, und dies ist auch mit Theilen des oberen marinen Thons und des »oberen« Geschiebemergels der Fall.

Ehe ich zu einer eingehenderen Erörterung der Frage nach den Beziehungen der verschiedenen Lager des Profils untereinander übergehe, werde ich die Ergebnisse meiner Untersuchung über die *Fossilien* der einzelnen Lager kurz darstellen. Dabei ist zunächst zu bemerken, dass *Diatomeen* nicht einmal in dem unverwitterten, marinen Thon angetroffen worden sind, eine Thatsache, die um so mehr befremden muss, als die Thone stellenweise recht zahlreiche Überreste von *Mollusken*, *Ostracoden* und *Foraminiferen* enthalten, wie noch unten zu zeigen sein wird.

Die in den marinen Lagern (Thonen) gefundenen *Foraminiferen* sind in der untenstehenden Tabelle (S. 46) zusammengestellt worden, wobei ich unter der Rubrik »*Quartäre Formen*« solche Formen (Exemplare) aufgeführt habe, die infolge des Erhaltungszustandes u. s. w. nach meiner Meinung als Formen anzusehen sind, welche an dem betreffenden Orte zur Zeit der Entstehung des Thones gelebt haben; dagegen sind den »*präquartären Formen*« solche Exemplare zugezählt worden, von denen man annehmen muss, dass sie aus präquartären, und zwar vornehmlich aus Kreidelagern stammen. Die in dieser Tabelle angeführten Arten sind bereits in den Geol. Fören:s Förhandl. in Stockholm, Bd 18 (1896) und Bd 19 (1897) veröffentlicht worden, und zwar als Beweismaterial zur Aufhellung der Frage nach der Herkunft der Foraminiferenfauna quartärer Lager, einer Frage, die in der genannten Zeitschrift von Dr V. MADSEN und mir erörtert worden ist; dabei muss jedoch bemerkt werden, dass die auf verschiedenen Niveaus der gleichen Lager gefundenen Formen dort unter zwei die beiden Horizonte des »Cyprinenthons« vertretenden Rubriken, A. und B., zusammengestellt sind. A. a. O. sind ferner die Foraminiferen mitgetheilt worden, die in demselben Profil in den 3 Geschiebemergelbänken und den zwischen diesen befindlichen Sandlagern gefunden wurden; und da sich daraus ergeben hat, dass die Mehrzahl der in diesen Bänken und Lagern vorkommenden Formen als präquartär und infolgedessen die Sandlager als »Hvitäsand« oder fluvioglaciale Lager angesehen werden müssen, scheint es mir überflüssig, die erwähnten Listen hier nochmals anzuführen.

Wie aus der Tabelle ersichtlich ist, rühren die hier angeführten Arten aus zwei verschiedenen Niveaus von »Cyprinenthon» her, von denen das eine, aus dem *unteren* Theile des Profils, durch 2 Proben vertreten ist. Mit α wurde hier eine in diesem graugrünen »Cyprinenthon» vorkommende untergeordnete Partie von feinem, *braungrauem Thon* bezeichnet, mit β der gewöhnliche *graugrüne Cyprinenthon*, der die Hauptmasse dieses Lagers bildet.

Die Formen der nächsten grossen Rubrik entstammen einer Reihe von Proben, die aus dem *oberen*, unmittelbar unter der oberen Moräne anstehenden, verwitterten »Cyprinenthon» — gerade unter α oben rechts am Profile — eingesammelt wurden. Aus diesem Lager, das hier eine Mächtigkeit von etwa 1,5 Meter besass, wurden in senkrechter Richtung, und zwar mit regelmässigen Abständen von je anderthalb Decimeter, zehn Proben entnommen; in der Tabelle sind diese Proben mit Ziffern von 1 (zu unterst) bis 10 (zu oberst) bezeichnet. Nur die Proben 6 u. 8 fehlen. In den letzten 2 Kolumnen endlich finden sich die Arten wieder, die aus den beiden Thonschichten unter der »mittleren» Geschiebemergelbank erhalten wurden, wobei a die *obere*, b die *untere* der beiden Schichten bezeichnet.

Die Quantität des geschlammten Thones ist sehr verschieden, indem von dem graugrünen Thone (β) im Strandstreifen verhältnismässig sehr bedeutende Mengen genommen wurden, während die Gesamtmasse der übrigen Proben nur etwa 10—15 Cm^3 ausmachte. Dies ist vielleicht auch die Ursache, weshalb aus ersterem (β) eine nicht unbedeutend grössere Zahl Arten als aus den übrigen Proben erhalten wurden.

Es empfiehlt sich, der Besprechung der Foraminiferenfauna in den in Rede stehenden Lagern eine allgemeine Übersicht über das Wichtigste, was zur Zeit über den *allgemeinen Charakter der Foraminiferenfauna des »Cyprinenthons» bekannt ist*, vorzuschicken und daran einige Bemerkungen über einige hierhergehörige Formen anzuknüpfen.

Wie vor allem MADSEN nachgewiesen hat, sind unter die häufigsten der Foraminiferen des südbaltischen temperirten »Cyprinenthons» folgende Arten zu zählen: *Rotalina Beccarii* L., *R. Beccarii* var. *lucida* MADSEN, *Polystomella striatopunctata* PARK & JONES (einschliesslich var. *incerta* WILLIAMSON¹) und *Nonionina depressula* WALK. & JAC. Zu ihnen gesellen sich einige andere Arten, die *stellenweise* allgemein vorkommen, wie beispielsweise ein paar *Polymorphina*-Arten und *Miliolina seminulum* L. Wie wir später sehen werden, wird dies durch meine Untersuchungen bestätigt, wenn auch eine oder die andere Art den letztgenannten, stellenweise häufiger vorkommenden Arten noch anzureihen wäre. Unter den genannten Arten

¹ Diese von einigen Forschern als eine besondere Varietät verzeichnete Form lässt sich von der Hauptform häufig nicht streng sondern, da sich zwischen beiden Übergangsformen vielfach finden. Nach dem Vorgange von BRADY und GOËS habe ich sie daher nicht als eine besondere Varietät angeführt. Wie GOËS nachgewiesen hat, ist es manchmal unmöglich, diese und *Nonionina depressula* auseinanderzuhalten, was übrigens von geringem Belang ist, da beide ziemlich die gleiche geographische Ausbreitung haben.

haben *Polystomella* und *Nonionina* weite Ausbreitung, wogegen die Ausbreitung der *Rotalina Beccarii* nach Norden hin nicht genügend bekannt zu sein scheint. BRADY (a. a. O. S. 705) gibt an, dass dieselbe nicht nördlicher als im Meere bei den Shetland-Inseln gefunden worden sein soll (auf ca 60° N. Br.), aber nach der Angabe von M. SARS (Fossile Dyrelevn. fra Quartærper., Christiania 1865, S. 92), dass sie längs der ganzen norwegischen Küste zu finden sei, scheint es, als ob deren Nordgrenze weiter nach Norden hin zu verlegen wäre, als es BRADY thut. In arktischen Gebieten ist sie jedoch nicht gefunden worden.

Rotalina Beccarii var. *lucida* MADSEN, die von GOËS als eine glänzendere Pygmäen-Form von *R. Beccarii* (vgl. MUNTHE, Balt. hafvet I, S. 46) aufgefasst und von MADSEN als eine Varietät derselben verzeichnet wird, weist einige Züge auf, die zu der von MADSEN mitgetheilten Figur (Istidens Foraminiferer, Fig. 6) nicht gut stimmen. Abgesehen davon dass die Suturlinien der Oberseite eine schrägere Stellung zeigen, und dass die Zahl der Kammern grösser ist, als die Figur angibt, finden sich auf der Unterseite keine eigentlichen Suturlinien, sondern statt ihrer eine Art Suturfelder, wie man diese Suturen infolge ihrer relativ bedeutenden Breite nennen könnte. Diese Suturfelder münden stets in ein wirkliches Umbilicalfeld aus, das nach MADSEN's Beschreibung (S. 215) und Figur fehlen soll. In den genannten und einigen anderen Beziehungen scheint mir diese Form der von BRADY, a. a. O., S. 705 verzeichneten und auf Tafel 107, Fig. 4 abgebildeten *R. broeckiana* KARRER nahe zu kommen, die BRADY als eine Varietät von *R. Beccarii* auffasst. Hinsichtlich der heutigen geographischen Ausbreitung der in Rede stehenden Form ist nichts mit Sicherheit bekannt.

Wir gehen jetzt zur Besprechung der Foraminiferenfauna der einzelnen Lager über, welche Fauna sich in der untenstehenden Tabelle wiederfindet.

Die mit einem * bezeichneten Arten sind bereits von MADSEN (siehe Dansk Geolog. Foren., No 3, Kjöbenhavn 1895, S. 15—16) in einer Probe von »Cyprinenthon» aus dem Dornbusch gefunden worden, die ihm von Prof. DEECKE zur Verfügung gestellt wurde, über deren Lage in der Lagerserie jedoch keine Angabe vorliegt. MADSEN führt ferner aus seiner Probe *Polymorphina oblonga* D'ORB. (1 Exemplar) und *Nonionina scapha* FICHT. & MOLL., die letztere als »Common. Small specimens» an. In den G. F. F., Bd. 18, S. 240, Fussnote 1 habe ich die Vermuthung ausgesprochen, dass eine Verwechselung von *Non. scapha* und *Pulvinulina auricula* vorliege, was jedoch von MADSEN geläugnet wird (G. F. F., Bd. 18, S. 549).

Im Vergleich zu dem graugrünen »Cyprinenthon» (β) enthält die braungraue Thonvarietät (α) auffallend wenig Arten, von denen nur zwei häufiger vertreten sind, nämlich *Polystomella striatopunctata* und *Nonionina depressula*, während die beiden in β und mehreren anderen Lagern so häufigen *Rotalina*-Formen hier mangeln. Diese Thatsache deutet darauf hin, dass die Var. α unter anderen Bedingungen als β abgesetzt worden,

Quartäre Formen:	Allgem. Geogr. Ausbreitung	Brackwasser-Formen	"Cyprien-Thon" am Strande										Dornbusch, mariner Thon unter a auf Profil, Fig. 1										Marine Thon-Schicht unt. "mittl." Moräne	Innerstes bis heute bekanntes Vorkommen nach Balt. Meere zu	Bathymetr. Verbreitung in Meter. Minim. Tiefe.
<i>Textularia agglutinans</i> d'ORB. cf. <i>Williamsi</i> GÖTS	w. ?	—	α	β	1	2	3	4	5	7	9	10	a	b	Nördl. Öresund Bohuslän	16 (Kattegat) 40 (Bohuslän) 20 (N.-Atlant.; Chall.)									
* <i>Bulimina elegans</i> d'ORB. <i>marginata</i> d'ORB.	S? w.	—	—	s	—	—	—	—	—	—	—	s	—	—	Nördl. Öresund Bohuslän	25 (N. Öresund) 40? (Bohuslän)									
<i>Virgulina Schriberiana</i> CZJZEK <i>Polymorphina lactea</i> WALK. & JAC.	N. N.	? ?	—	s	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Nördl. Öresund	21 (Kattegat)									
<i>acuta</i> ROEM. <i>compressa</i> d'ORB.	N? w.	? ?	s	—	s	—	—	—	—	—	—	—	—	s	Nördl. Öresund Skagerrack Bohuslän	16 (N. Öresund) 18 (Skagerrack) 50 (Bohuslän)									
* <i>Lagena laevis</i> WALK. & BOYS <i>striata</i> d'ORB.	w. w?	(+) +	s	s	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Öresund	16 (Kattegat)									
<i>Planorbina lobatula</i> WALK. & JAC. <i>Pulvinulina arctica</i> FICHT. & MOLL.	w. S.	+ +	—	s	—	—	—	—	—	s	—	s	—	—	*Mare germanicum* (Göts) Öresund	(Litoral Atlant.; Chall.) 2 (Bohuslän)									
* <i>Rotalina Baccari</i> L. Var. <i>lucida</i> MADSEN	S. ?	+ ?	—	h	h	h	+	h	h	h	+	+	+	—											
* <i>Polysiomella striatopunctata</i> (incl. Var. <i>incerta</i> WILL.) <i>subnodosa</i> v. MONSTER	w. w?	+ —	h	h	h	h	h	h	h	h	h	h	—	h	Gotland (Munthe 1895)	2 (Kattegat)									
* <i>Nonionina pompilioides</i> FICHT. & MOLL. <i>depressula</i> WALK. & JAC.	S? w.	— +	—	s	—	s	s	s	s	—	h	+	—	+	Warnemünde SW Norge	16 (Kattegat) ("Shallow-water", N.-Atlant.; Chall.)									
<i>turgida</i> WILLIAMS. <i>Miliolina seminulum</i> L.	w. w.	+ —	—	s	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Öresund	2 (Kattegat)									
Präquartäre Formen:																									
<i>Textularia globulosa</i> EHB. sp. ....	...	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	s										
* <i>Bulimina</i> cf. <i>pupoides</i> d'ORB. <i>Trifarina minuta</i> MARSSON . . . . .	...	— ?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	s										
<i>Uvigerina</i> sp. <i>Globigerina bulloides</i> d'ORB. ....	...	—	s	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	s										
(<i>Orbulina unguis</i> d'ORB.) <i>Globigerina equilateralis</i> BRADY . . . . .	...	—	s	s	s	—	—	—	—	—	—	—	—	s										

und zwar wahrscheinlich unter mehr *borealen* als diese mit ihren z. Th. deutlicher gemässigten Formen, unter denen *Rotalina Beccarii* und *Pulvinulina auricula* — beide häufig — besonders herausgehoben zu werden verdienen.

Ein Vergleich der Foraminiferenfauna in den verschiedenen Theilen (1—5, 7, 9—10) des unmittelbar unter der oberen Moräne befindlichen Thonlagers zeigt eine ziemlich grosse Übereinstimmung in Bezug auf die häufiger vorkommenden Arten; die Bedingungen, unter denen sich die verschiedenen Theile des Lagers gebildet haben, scheinen daher ziemlich einartig gewesen zu sein, und lassen sich wohl charakterisiren als *gemässigt mit einem den heutigen des Öresund übersteigenden Salzgehalt*, was namentlich durch das Vorkommen von *Pulvinulina auricula* wahrscheinlich gemacht wird, welche Art heute nicht einmal im Kattegat vorzukommen scheint.

Zwischen der Foraminiferenfauna dieses oberen marinen Thones einerseits und derjenigen des am Ufer anstehenden »Cyprinenthon» (β) andererseits herrscht eine ziemlich grosse Übereinstimmung, die sich namentlich darin bekundet, dass die allgemein auftretenden Arten in beiden die gleichen sind. Daraus lässt sich der Schluss ziehen, dass beide unter im Grossen und Ganzen gleichartigen physisch-geographischen Bedingungen entstanden sind.

Dagegen weist die Fauna der beiden unter der »mittleren» Moränenbank befindlichen Thonschichten eine auffallende Verschiedenheit gegenüber derjenigen der vorigen Lager auf. Die obere, aus einem verwitterten, gelbgrauen, dichten, einige Decimeter mächtigen Thon bestehende Schicht (a) hat sich als ausschliesslich sekundär eingelagerte, der Kreide angehörende Formen enthaltend erwiesen, weshalb diese Schicht, genau genommen, die Benennung »marin», wie das Profil angibt, nicht verdient, sondern eher als eine Art »Hvitålera» anzusehen sein dürfte. Anders liegen die Dinge bei der unteren Thonschicht (b), die aus einem ins Grüne fallenden, grauen Thon mit scharf hervortretenden Rutschflächen besteht. Diese Schicht enthält nämlich quartäre Foraminiferen, von denen *Polystomella striatopunctata* durch zahlreiche, gut erhaltene Exemplare der typischen Form vertreten ist, woneben Exemplare derselben Art vorkommen, die mit den von GOËS (l. c. Tab. XVII) abgebildeten Formen aus arktischen Gegenden die nächste Verwandtschaft zeigen. Ferner enthält diese Thonschicht *Nonionina depressula* nebst zwei anderen, spärlicher vertretenen Arten. Bemerkenswert ist, dass die sonst gewöhnlich so häufige *Rotalina Beccarii* gänzlich fehlt. Die angeführten Thatsachen scheinen z. Th. darauf hinzudeuten, dass zur Zeit der Entstehung der Schicht b die klimatischen Verhältnisse kälter gewesen als während der Bildung der übrigen Thonlager, mit Ausnahme der braungrauen Varietät in dem unteren »Cyprinenthon».

Ostracoden sind nur im unteren »Cyprinenthon» (am Strande) gefunden worden, und sie gehören denselben Arten an, die früher S. 41 aus dem nämlichen Thone angeführt sind; nur *Loxoconcha guttata* ist nicht wiedergefunden worden, statt ihrer wurde dagegen *Cytheridea punctillata* BRADY (w) angetroffen. Die heutige geographische Ausbreitung der übrigen

Formen ist die folgende: *Cythere tuberculata* (w), *Cythere concinna* (N) und *Cytheridea papillosa* (N). Alle kommen sie wenigstens bis in die Nordsee hinein vor; *Cyth. punctillata* scheint nicht weiter nach dem baltischen Meere zu als im südlichen Kattegat (in der Skelderbucht, NW-Schonen) gefunden zu sein. *Cytheridea papillosa* ist bis aus den Scheeren von Stockholm bekannt. Die Ostracoden erweisen somit einen grösseren Salzgehalt als den heutigen des nördlichen Öresund.

Die übrigen in den Thonlagern des Profils gefundenen, näher bestimmten Fossilien gehören sämtlich zu den *Mollusken*. In dem unter der »oberen« Moräne befindlichen Lager schienen diese verhältnismässig selten zu sein; in diesem waren zwar vereinzelte Fragmente von *Cyprina islandica* zu finden, sie waren aber meistens schlecht erhalten, offenbar infolge der Verwitterung, der das Lager ausgesetzt gewesen. Im Detailprofil unter *a* der Figur gab es jedoch in einer Höhe von etwa 0,4 Met. von der unteren Fläche des Thones aus eine Schicht, die an Fragmenten von Molluskenschalen etwas reicher war, und die hier gefundenen Arten gehören den *Cyprina islandica*, *Corbula gibba*, *Nucula* sp. (nur kleinere, spärlich vorkommende Fragmente) und *Turritella terebra* (selten) an — alle bereits aus dem »Cyprinenthon« des Dornbusch bekannt.

Im »Cyprinenthon« unter der »unteren« Moräne sind die Schalen (die jedoch grösstentheils aus Fragmenten bestehen) gut erhalten (nicht verwittert) und stellenweise ziemlich zahlreich. *Cyprina islandica* und *Corbula gibba* sind auch hier die am stärksten vertretenen Formen, und von letzterer finden sich auch ganze Schalenhälften. Ferner wurden hier Fragmente von *Nucula* sp. (nicht selten), *Cardium* cfr. *edule*, *Turritella terebra* und *Mytilus edulis* angetroffen — also im Ganzen dieselben Arten, die, wie oben gesagt, schon von dort aus bekannt waren. Der von GÜNTHER erwähnte *Pecten opercularis* habe ich dagegen in meinen Proben nicht wiederfinden können.

Aus den gemachten Mittheilungen geht hervor, dass die Übereinstimmung zwischen der Molluskenfauna dieses »unteren Cyprinenthons« und der des oberen marinen Thones — ebenso wie in Bezug auf die Foraminiferenfauna — auffallend gross ist, und die Mollusken, wie die Foraminiferen, bezeugen, dass beide Lager unter gemässigten Verhältnissen gebildet worden sind, indem die *Turritella* (und *Pecten*), *Rotalina Beccarii* und *Pulvinulina* eine südliche Ausbreitung haben, die *Turritella* mit ihrer heutigen Nordgrenze bei Lofoten. Die Molluskenfauna dieser Lager widerspricht auch nicht der Annahme, dass diese in Wasser von grösserem Salzgehalt als dem des heutigen nördlichen Öresund — 1.25 ‰ Oberflächensalzgehalt — abgesetzt worden seien. Hinsichtlich der *bathymetrischen* Verhältnisse, unter denen die Lager gebildet wurden, verdient erwähnt zu werden, dass *Turritella* und *Pecten opercularis*¹ im Kattegat nicht auf geringeren Tiefen als etwa 18 Meter leben, woraus sich schliessen lässt, dass

¹ Vgl. C. G. JOH. PETERSEN: Det videnskab. Udbytte af Kanonbaaden »Hauhs« Togter etc. II, Mollusca, Kjöbenhavn 1889.

die betreffenden Thone mindestens auf dieser Tiefe abgesetzt sind. Da die bathymetrische Ausbreitung der Foraminiferen im Allgemeinen weniger bekannt zu sein scheint als die der Mollusken, wird man gut thun, auf einen Theil der in der Tabelle gemachten Angaben nicht zu grosses Gewicht zu legen, um so eher als die grösseren Minimitiefen der Foraminiferen sich auf in den Thonen spärlicher auftretende Arten beziehen. Die petrographische Beschaffenheit der Thone weist auf der anderen Seite darauf hin, dass dieselben wenigstens auf einer Tiefe von *einigen Zehnzahlen von Meter* gebildet sein müssen.

Es ist nun die Frage aufzuwerfen: wie hat man das betreffende Profil zu beurtheilen, und auf welche Weise lassen sich die Lager desselben unter früher bekannte Lager einreihen?

Im Vorhergehenden ist von einer »unteren«, einer »mittleren« und einer »oberen« Moränenbank die Rede gewesen, und es könnte daher den Anschein haben, als ob ich die Ansicht hegte, dass wir es hier mit drei Moränenhorizonten von verschiedenem Alter zu thun hätten, die ebenso viele Vereisungen verträten, und dass die marinen Lager zwischen den Moränen als Vertreter zweier interglacialen Epochen, der untere »Cyprinenthon« hingegen als Vertreter der präglacialen Epoche anzusehen wären — d. h. dass wir hier ein Gegenstück zu den aus dem Vereisungsgebiete der Alpen bekannten Hauptstufen hätten. Obgleich sich die *Möglichkeit* einer solchen Deutung nicht in Abrede stellen lässt, wage ich jedoch nicht auf Grund der vorliegenden Untersuchung des Profils mich zu Gunsten derselben auszusprechen, da einige Fragen, welche hätten ermittelt werden müssen um eine Entscheidung zu ermöglichen, bei der Untersuchung im Felde keine genügende Beachtung fanden. Es ist z. B. möglich, dass durch Dislokationen gewisse Lager auf ein niedrigeres Niveau gebracht worden seien, als sie ursprünglich inne hatten, eine Frage, zu deren Beantwortung bedeutende Grabungen besonders in horizontaler Richtung von Nöthen gewesen wären.

Fassen wir zunächst den oberen Theil des Profils ins Auge, wo die Verhältnisse offenbar noch am einfachsten liegen, darf es wohl als ausgemacht gelten, dass der »obere«, verwitterte Moränenmergel eine besondere Vereisung repräsentirt und ihr Dasein einem Landeise verdankt, das über ein vorhandenes marines, unter temperirten Verhältnissen gebildetes Thonlager dahingeschritten ist, und dass dieses Thonlager seinerseits auf fluvioglacialen, z. Th. mit Kies untermischten Sandlagern oder »Hvitäsand« geruht hat, d. h. auf Ablagerungen, die in unmittelbarem Anschluss an das Vorrücken oder Abschmelzen (in diesem Falle aller Wahrscheinlichkeit nach das letztere) eines vorhergehenden Landeises gebildet worden. Der marine, jetzt verwitterte Thon mit seiner gemässigten Fauna zwischen der »oberen« Moräne und dem glacialen Sande ist daher während einer *interglacialen Epoche* abgesetzt worden. Dass die Mächtigkeit dieses

Thones ursprünglich grösser gewesen, darf wohl als ausgemacht gelten und wird unter anderem dadurch bestätigt, dass die darüber liegende Moräne, ausser zahlreichen präquartären Foraminiferenschalen, ein paar *quartäre* Formen enthält, — unter ihnen *Nonionina depressula*, die im obersten Theil des marinen Thonlagers »häufig« und »ziemlich häufig« ist — was die Vermuthung nahe legt, dass sie aus dem Thone stamme, auf dessen Kosten die Moräne theilweise gebildet worden. Für die Annahme, dass auch diese obere Moräne ursprünglich hier eine grössere Mächtigkeit besessen habe, spricht mit Wahrscheinlichkeit der Umstand, dass dieselbe, wie bereits früher bemerkt, von einer, wiewohl dünnen Schicht von z. Th. flugsandgeschliffenen Geschieben (GÜNTHER's »Steinpflaster«) überlagert wird; da diese Schicht ihrerseits von Flugsand überlagert wird, liegt die Vermuthung nahe, dass sowohl die Geschiebe als auch der Flugsand als ein *Residuum der Moräne* zu betrachten seien, deren feinste Bestandtheile dagegen von Wind und Wasser weggeführt worden.

Wenden wir uns nun dem unteren Theile des Profils zu, so finden wir hier Verhältnisse, die den in den oberen Partien desselben vorhandenen theilweise analog sind — nämlich einen marinen Thon von der Hauptsache nach demselben Charakter wie der entsprechende obere und auf diesem unteren Thon eine Bank von Geschiebemergel. Die einzige etwas bedeutendere Verschiedenheit zwischen diesen Lagern ist anscheinend die, dass die unteren — im Gegensatz zu den oberen — unverwittert und daher von einer dunkleren, graugrünen Farbe sind. Es liegt daher nahe zu vermuthen, dass man es hier mit ebendenselben Lagern zu thun habe, und dass die unteren infolge einer Senkung in ihre jetzige Lage, etwa 40 *Meter* unter der oberen, gekommen seien. Wenn dies wirklich der Fall gewesen sein sollte, muss die Senkung der unteren Lager stattgefunden haben, ehe diese noch der Einwirkung der Atmosferilien ausgesetzt wurden, und die wahrscheinlich recht bedeutende Mächtigkeit der unteren Moräne wäre dann daraus zu erklären, dass dieselbe in keinem beträchtlichen Grade durch die Einwirkung des Windes u. s. w. zerstört worden wäre. Ferner muss man annehmen, dass die vorauszusetzende Dislokationslinie eine dem Plan des Profils ungefähr parallele Richtung gehabt habe, denn dass sie als in irgend einen grösseren Winkel gegen das Profil verlegt nicht gedacht werden kann, geht daraus hervor, dass sowohl die obere Moränenbank als der darunter liegende marine Thon hier noch erhalten sind. Dislokationen von der hier in Rede stehenden Richtung, *SW—NO*, sind denn auch ein für den Dornbusch charakteristischer Zug, wie GÜNTHER (a. a. O.) gezeigt hat.

In seiner oben citirten Arbeit sucht R. CREDNER den Nachweis zu führen, dass verschiedene Theile der Insel Rügen quartäre Dislokationen erfahren, und dass diese Dislokationen in der Zeit zwischen der Entstehung des »unteren« und des »oberen Diluviums«, d. h. in der »interglacialen Zeit« stattgefunden hätten, und als Stütze dieser Ansicht führt er ins Feld, dass die obere Moränendecke in der Regel diskordant auf dem »unteren Diluvium« und den Kreidelagern ruht, die gleichzeitig gesenkt wurden. Dieses

»untere Diluvium« besteht nach CREDNER's Beschreibung und Profilen bisweilen aus zwei durch ein Sandlager getrennten Geschiebemergelbänken, und diese Lagerungsfolge ist offenbar dieselbe wie die von mir (Balt. hafvets quartära historia, S. 64—68) beschriebene aus der Ostküste von Jasmund (Rügen), etwas nördlich vom Ausfluss des Kieler Bachs. Beim Schlämmen des zwischen den beiden 8—9 Meter mächtigen Moränen vorkommenden, etwa 3 Meter mächtigen Sandes bekam ich folgende Fossilien: *Statoblasten* von *Cristatella mucedo* CUV., eine Flügeldecke vom Wasserkäfer *Cymatopterus dolabratus* PAYK. und an Moosen: *Hylocomium parietinum* L., *Amblystegium exannulatum* (BR. EUR.) DE N., *A. intermedium* (LDB.), *A. fluitans* (L.) DE N., *A. serpens* (L.), *A. stramineum* (DICKS.) DE N., *A. sarmentosum* (WG.) DE N. und *Sphaerocephalus turgidus* (WG.). Die beiden letztgenannten Arten, die gleich dem *Cymatopterus dolabratus* in der Jetztzeit eine alpine und eine arktische Ausbreitung haben, beweisen, dass das Klima zur Zeit der Bildung wenigstens von einem Theil des Sandlagers ein arktisches Gepräge hatte, wogegen die anderen hier gefundenen Formen keinen sicheren Aufschluss über die klimatischen Verhältnisse gestatten¹. Dass das von mir als fossilienführend nachgewiesene Sandlager während einer grösseren Abschmelzungsphase (Interglacialepoche) gebildet worden sei, ist wohl möglich, kann aber nicht als bewiesen betrachtet werden. Ich möchte daher nicht unbedingt an meiner früher ausgesprochenen Ansicht (a. a. O.) festhalten, dass man hier einen Beweis für die Existenz einer interglacialen Epoche habe; aber unter der Voraussetzung, dass sich das interglaciale Alter dieser Sandablagerungen nachweisen lässt, und dass die oben erwähnte Ansicht CREDNER's über das Verhältnis zwischen dem »oberen« und dem »unteren Diluvium« richtig ist — es scheint kein Grund vorzuliegen dies anzuzweifeln — dürfte man in den angeführten Lagern Vertreter einer ältesten oder ersten Vereisung (die unterste Moräne), einer ersten interglacialen Epoche (das fossilienführende Lager), einer mittleren oder zweiten Vereisung (die Moräne auf dem Sandlager) und einer jüngsten oder dritten Vereisung (die diskordant auf diesen älteren Lagern ruhende Moräne) zu sehen haben.

Es liegt wohl auf der Hand, dass von diesen drei anzusetzenden Vereisungen, denen also die im Vereisungsgebiet der Alpen konstatierten drei Vergletscherungen entsprächen, die letzte dem sog. »jüngeren baltischen Eisstrom«, die mittlere »der grossen Vereisung«, und die erste einer bis jetzt wenig bekannten Vereisung entsprechen würde, von deren Dasein

¹ *Cristatella mucedo*, die als lebend nicht aus nördlicheren Gegenden als Upsala bekannt ist, und von der sich daher annehmen liess, dass sie auf günstigere klimatische Verhältnisse zur Zeit der Entstehung von einem Theil des Sandlagers hindeute, ist neuerdings aus den Lagern der *Dryassone* in Schonen und Westergötland nachgewiesen worden (siehe C. WESENBERG-LUND: Om Ferskvandsfaunaens Kitin- og Kisellevningar i Törvelagene, Meddel. fra Dansk geolog. Forening, Nr. 3, Kjöbenhavn 1896, S. 70). — Das Vorkommen dieser Art im Sandlager auf Rügen ist mithin kein Beweis für bessere klimatische Bildungsbedingungen.

neuerdings einige beiläufige Bemerkungen von deutscher Seite in der Literatur zum Vorschein gekommen sind. Ich komme weiter unten auf diese Frage zurück.

Kehren wir nun zum Profil vom Dornbusch zurück, und versuchen wir die dortigen Verhältnisse mit den soeben geschilderten von Jasmund zu vergleichen, so finden wir, dass eine nähere Parallelisirung der Lager sich nicht ohne weiteres durchführen lässt. Aus weiter unten näher auszuführenden Gründen wird es indessen wahrscheinlich, dass der oberste Geschiebemergel vom Dornbusch in die Zeit der letzten oder dritten Vergletscherung, und der darunter liegende marine Thon in die zweite interglaciale Epoche oder — nach der bisher geläufigen Terminologie — einfach in »die interglaciale Epoche« gehöre. Wenn nun die dortige »untere Moräne« nebst dem darunter liegenden »Cyprinenthon« mit diesen oberen entsprechenden Lagern identisch wäre und ihre jetzige Lage einer Senkung verdankte, hätte diese Senkung also nach der Bildung der »oberen Moräne« stattgefunden und wäre somit nicht mit jenen Dislokationen gleichzeitig, die, wie CREDNER nachzuweisen gesucht, Rügen erfahren hat, und die nach diesem Forscher in die Zeit vor der Entstehung der »oberen Moräne« oder, näher bestimmt, in »die interglaciale Epoche« fallen sollen. Wenn eine derartige Senkung die hier in Rede stehenden Lager wirklich getroffen hat, kann diese jedoch später als die von CREDNER nachgewiesenen Dislokationen stattgefunden haben, und zwar in diesem Falle nach der Entstehung der »oberen Moräne«. In der That hat man auch im Profil vom Dornbusch Beweise für Dislokationen des genannten Alters, indem unterhalb *b* im Profile die obere Moräne nebst dem darunter liegenden marinen Thon dislocirt worden ist — allerdings nur um etwa 3 Meter und in ungefähr winkelrechter Richtung gegen die Längsrichtung des Profils. Zur Entscheidung dieser Frage sind jedoch, wie bereits betont wurde, eingehendere Untersuchungen erforderlich, als ich bei meinem Besuch dort vorzunehmen Gelegenheit hatte, und vor allem dürfte eine Bohrung im Cyprinenthonlager am Ufer zur Ermittlung von dessen Mächtigkeit gewichtige Aufschlüsse geben können. Falls nämlich hier ein Thonlager von wesentlich grösserer Mächtigkeit als die des Thones im oberen Theile des Profils vorliegt, wird man auf das Fehlen einer Dislokation schliessen dürfen; andernfalls muss die Lösung der Frage von Aufschlüssen anderer Art abhängen.

Was wieder die als »mittlere« bezeichnete, verwitterte, aber nicht aufgelockerte Moränenbank mit den darunter befindlichen Thonschichten betrifft, wird man ohne weiteres annehmen können, dass diese letzteren sich den übrigen im Profile vorkommenden Lagern ähnlicher Art nicht parallel stellen lassen. Namentlich spricht die untere Thonschicht mit ihrer theilweise abweichenden Foraminiferenfauna und ihrer geringen Mächtigkeit gegen die Parallelisirung derselben mit den Cyprinenführenden Thonen. Die Entstehung derselben fällt zweifellos in einen besonderen marinen Abschnitt von der älteren quartären Geschichte des Baltischen Meeres. — Die abrupte Unterbrechung der Moränenbank in dem glacialen Sande

scheint um so eigenthümlicher, als ihre Mächtigkeit recht bedeutend (6—7 Meter) ist. Ob hier eine Denudation einer früher ausgedehnteren Bank oder eine Dislokation vorliege, dürfte sich durch künftige Untersuchungen entscheiden lassen.

Wie aus der obigen Darstellung hervorgeht, lässt meine Untersuchung ziemlich viel zu wünschen übrig, aber trotzdem habe ich die Ergebnisse derselben veröffentlichen zu sollen geglaubt, um die Aufmerksamkeit auf dieses in mancher Beziehung interessante Profil zu lenken, damit es zum Gegenstand einer vollständigeren Erforschung, als ich infolge von Mangel an Zeit und Hilfsmitteln bei meinem Besuch in der Lage war ihm zu Theil werden zu lassen. Als ein nicht unwichtiges positives Resultat dieser Untersuchung des Dornbusch-Profiles wird man jedoch den Umstand betrachten dürfen, dass im oberen Theil desselben ein Beweis für die einstige Existenz einer interglacialen Epoche von gemässigtem Charakter in dem Meeresgebiet, worin der marine Thon abgesetzt worden, vorliegt. Dass die fragliche Gegend zur Zeit der Entstehung dieses Thones mindestens um etwa 60—65 Meter niedriger gelegen hat als heutzutage, lässt sich, wie vorhin erwiesen ist, aus einigen im Thone vorkommenden Fossilien schliessen. Dieser interglaciale Abschnitt vertritt ohne Zweifel die zweite oder jüngere interglaciale Epoche; dagegen ist das in Süsswasser abgesetzte Sandlager zwischen den beiden Moränen an der Ostküste von Jasmund möglicherweise auf die erste oder ältere interglaciale Epoche zurückzuführen.

Das Küstengebiet südöstlich von Sonderburg auf der Insel Alsen.

(Schleswig).

Aus der Insel Alsen ist der »Cyprinenthon« u. s. w. durch die Untersuchungen von FORCHHAMMER, MEYN, GOTTSCHKE und JOHNSTRUP bereits bekannt. Da indessen die Profile, die ich Gelegenheit hatte zu studieren, nicht früher beschrieben worden sind und in gewissen Beziehungen lehrreicher als die aus dieser Insel früher bekannten zu sein scheinen, werde ich einen etwas ausführlicheren Bericht über meine Untersuchungen daselbst geben, die sich hauptsächlich auf das in SW—NO-Richtung sich hinziehende Küstengebiet zwischen der südlichen Spitze von Süderholz und dem Höruphaff beschränkten. Über die Lagerungsverhältnisse in der Nähe von Kekenis' Leuchthurm¹ der ebenfalls besucht wurde, habe ich dagegen nicht viel mitzuthellen, da Grabungen in den dortigen Strandprofilen durch aufgesetzte Bekanntmachungen verboten waren; die Befolgung dieses Verbots wurde auch von dem Aufseher des Leuchthurmes streng überwacht.

¹ Aus Versehen ist auf der Kartenskizze das schwedische Wort »Fyr« stehen geblieben!

Der paläontologisch-stratigraphischen Darstellung schicke ich eine allgemeine Übersicht über die Lagerungsverhältnisse voraus, wie sie im untenstehenden Profil, Fig. 3 (3 auf der Kartenskizze) wiedergegeben sind¹.



Fig. 2. Kartenskizze des südl. Theils von Alsén.
Massstab 1 : 300.000.

Die Küstenstrecke zwischen Sonderburg und der nach S ins Meer hinausragenden Landspitze von Süderholz besteht grossentheils aus einer wenige Meter hohen Erosionsterrasse von typischem (jüngstem?) Geschiebemergel, der stellenweise zerstreute Schalenfragmente von *Cyprina islandica* L. enthält. An der genannten Landspitze erreicht der Geschiebemergel eine Mächtigkeit von etwa 10 Meter und enthält hier grössere und kleinere Partien von einem dunkeln, fossilienführenden, *tertiären Thon* nebst unregelmässigen Partien von gröberem und feinerem, geschichtetem Sand, worin keine Fossilien entdeckt werden konnten. Der Sand, der stellenweise auch die Moräne überlagert, weist Faltungen und andere Störungen auf, und seine grösste beobachtete Mächtigkeit war etwa 14 Meter. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist er als »Hvitåsand« zu betrachten.

Weiter nach 3 hin auf der Kartenskizze, welche Ziffer die Lage des untenstehenden Profils, Fig. 3 angibt, werden die Lagerungsverhältnisse im Allgemeinen deutlicher, und hier fängt auch der »Cyprinenthon« an aufzutreten und als wesentliches Glied der Profile zu erscheinen. Längs einer Strecke von 75 Meter hatte das Strandprofil — eine Erosionsterrasse — das Aussehen, das Fig. 3 zeigt.

Zu äusserst im SW besteht das Profil fast seiner ganzen Höhe nach aus einer *Geschiebemergelbank*, die eine grösste sichtbare Mächtigkeit von 14 Meter erreicht und unter anderen Blöcken *Kalksteine*, theilweise wahrscheinlich aus Gotland, ferner *Kreidekalk*, weissgefleckten, schwarzen *Feuerstein*, rothbraunen, postarkäischen, *baltischen Granit* (aus Ångermanland?) u. s. w. einschliesst.

Diese Bank wird von einem 2—8 Meter mächtigen Lager von »*Cyprina-Thon*« überlagert, das sich fast ohne Unterbrechung eine Strecke von ca 80 Meter verfolgen liess. Auf dem »Cyprinenthon« ruht wieder

¹ Diejenigen Theile des Profils, die einer besonderen Bezeichnung ermangeln, sind durch Absturzmaterial verdeckt.

eine 3—4 Meter mächtige Bank von etwas verwittertem, braun-grauem *Geschiebemergel* — und zwar entweder unmittelbar auf dem »Cyprinenthon« oder, wie das im SW der Fall ist, von demselben durch ein Lager von meist feinem, geschichtetem *Sand* mit kleineren Bruchstücken von dem unterliegenden verwitterten »Cyprinenthon« getrennt.

Unmittelbar nordöstlich vom Profile, Fig. 3 ist das Strandprofil grösstentheils durch Absturzmaterial verdeckt, aber zu oberst kommt immer noch die obere Geschiebemergelbank zum Vorschein (stellenweise kleinere Sand- und Kiespartien, wahrscheinlich von fluvioglacialem Charakter enthaltend) und unten sieht man Partien von »Cyprinenthon«, der offenbar die Fortsetzung desselben Thones auf Fig. 3 ausmacht. Etwas weiter nach NO hin wurde der »Cyprinenthon« wieder beobachtet, und zwar auf Sand- und Kieslagern zwischen den beiden Moränen ruhend, aber die Lagerungsverhältnisse waren hier infolge von Absturzmaterial weniger deutlich, weshalb auf eine Besprechung derselben verzichtet werden kann.

Einer der letztgenannten ähnlichen, nur noch deutlicheren Lagerungsfolge begegnet man dagegen noch eine Strecke weiter nach NO, bei 4 auf der Kartenskizze. Eine schematische Darstellung derselben findet sich weiter unten.

Der *untere* im SW bis zu mehr als 14 Meter mächtige *Geschiebemergel* — Profil, Fig. 3 — ist *grau*farbig im Gegensatz zu der

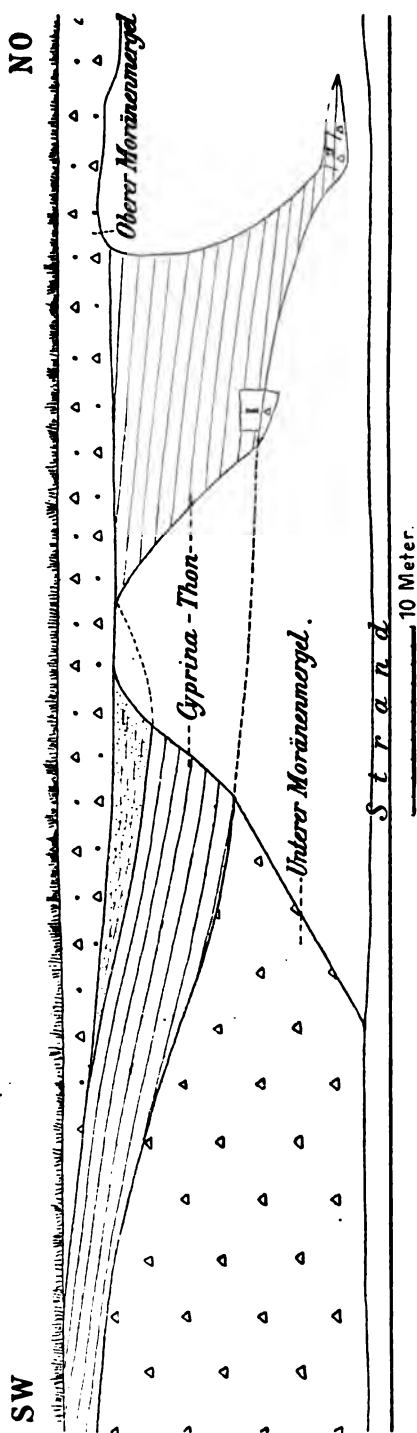


Fig. 3. Profil am Strande bei 3 auf d. Kartenskizze.

der oberen, nur 2—3 Meter mächtigen Decke, die wie schon oben erwähnt wurde, *graubraun* und zugleich *mehr verwittert* ist als die untere.

Der »*Cyprinenthon*» zwischen den beiden Moränen ist frei von Steinen und gelagert, ungefähr wie die Figur es zeigt, und, abgesehen von einem Theil seiner unteren Partien (siehe unten), *verwittert*, daher auch meist hell braungrau. *Kalkschalen fehlen*. Dass indes solche ursprünglich vorhanden gewesen, aber allmählich *ausgelöst* worden sind, das beweisen die Höhlungen und die in denselben enthaltenen *Epidermisfragmente*, die man hie und da im Thone antrifft. Durch Entfärben dieser Epidermisstückchen mit Hülfe von SCHULZE's Reagens und Einbetten derselben in Kanadabalsam habe ich Präparate erhalten, die an die Hand geben, dass mit Sicherheit wenigstens die *Cyprina islandica* vertreten gewesen ist, und zwar stellenweise recht häufig. Das vereinzelte Vorkommen der Epidermisfragmente im Thone beweist, dass derselbe irgend einer mechanisch wirkenden Kraft ausgesetzt gewesen, und dass diese das Landeis gewesen ist, geht ohne weiteres aus dem Vorhandensein der überliegenden Moräne hervor.

An Fossilien wurden beim Schlämmen des Thones sonst nur *Diatomeen* gefunden, die also sogar widerstandsfähiger als die dicken *Cyprina*-Schalen gewesen sind.

Infolge des Mangels an Kalkschalen innerhalb des grösseren Theiles von dem »*Cyprinenthon*» wurde keine Einsammlung von Proben aus einer grösseren Zahl von verschiedenen Niveaus gemacht, sondern es wurden ihrer nur zwei genommen, von denen die mit *a* bezeichnete aus dem unteren, die mit *b* bezeichnete aus dem oberen Theile des Thones stammt, und zwar ein wenig links von dem durch Absturzmaterial verdeckten Theile in der Mitte des Profils.

Die beim Schlämmen dieser beiden Proben erhaltenen *Diatomeen* findet man in der untenstehenden Tabelle unter der Rubrik »*Cyprinenthon*», *a* und *b* wieder.

Diatomeen:	An höheren Algen angeheftet	Allgem. geograph. Ausbreitung	Alsen, Profil, Fig. 3					
			»Cyprinenthon«		Detail-Profil I		Detail-Profil II	
			a	b	b	f	a	c ₁
I:								
<i>Actinoptychus aster</i> BRUN.		S.	—	+	s	—	—	—
» <i>splendens</i> SHADB.		S.	+	h	+	+	—	—
» <i>undulatus</i> EHB.		S.	h	h	h	h	h	h

Diatomeen:	An höheren Algen als gehalten	Allgem. geograph. Ausbreitung	Alsen, Profil, Fig. 3					
			"Cyprinen- thon"		Detail- Profil I		Detail- Profil II	
			a	b	b	f	a	e ₁
* <i>Asterolampia Brookei</i> BAIL. ¹		S.	—	—	—	—	s	—
<i>Auliscus sculptus</i> W. SM.		S.	+	+	+	+	+	+
<i>Biddulphia Rhombus</i> EHB.	+	S.	+	+	+	—	+	—
<i>Cocconeis distans</i> GREG.		w.	—	—	—	—	s	—
* <i>Coscinodiscus curvatus</i> GRUN.		w.	—	—	—	—	s	s
* » <i>excentricus</i> EHB.		w.	—	—	s	+	+	+
* » <i>Kützingii</i> SCHM.		w.	s	—	s	s	s	—
* » <i>lineatus</i> EHB.		w.	—	+	—	—	+	—
* » <i>oculus iridis</i> EHB.		w.	+	h	—	—	—	—
* » <i>radiatus</i> EHB.		w.	+	h	+	+	h	h
* <i>Diadema mitra</i> BAIL.		N.	s	—	—	—	+	+
<i>Diploneis Bombus</i> EHB.		S?	—	—	+	—	—	—
» <i>entomon</i> EHB.		w.	—	—	—	—	h	s
* <i>Endictya oceanica</i> EHB. ²		S.	+	—	+	+	+	h
<i>Hyolodiscus stelliger</i> BAIL. (= <i>H. od.</i> <i>Podosira maculata</i> SM.)		S.	+	+	+	+	—	+
<i>Navicula abrupta</i> GREG.		w.	—	—	—	—	+	—
» <i>circumsuta</i> GRUN.		S?	—	—	—	—	—	+
» <i>latefasciata</i> GRUN.		N?	—	—	—	—	s	—
» <i>liber</i> W. SM.		w.	—	—	—	—	s	—
» <i>Lyra</i> EHB.		w.	+	+	+	—	s	s
<i>Nitzschia naviculacea</i> BRÉB.		S?	s	—	s	—	—	—
<i>Paralia sulcata</i> EHB.		w.	h	h	h	h	h	h
* <i>Pyxilla baltica</i> GRUN.		N?	+	—	—	—	+	+
<i>Raphoneis amphiceros</i> EHB.		S.	—	+	+	—	—	—
<i>Rhabdonema adriaticum</i> KÜTZ.	+	S.	—	+	+	—	—	—
* <i>Stephanopyxis Turris</i> EHB.		w.	+	—	+	+	—	+
<i>Surirella fastuosa</i> EHB.		S.	—	—	+	—	—	—
<i>Synedra Baculus</i> GREG.	+	S.	—	—	+	—	—	—
<i>Triceratium antediluvianum</i> EHB.	+	S.	—	—	+	—	—	—
» <i>Favus</i> EHB.	+	S.	+	h	s	+	—	—
» <i>sculptum</i> SHADB. (= <i>punctatum</i> BTW.)		S.	+	—	—	—	—	—
I—II:								
<i>Actinocyclus Ralfsii</i> W. SM.		S.	h	h	h	h	+	h
<i>Navicula distans</i> W. SM.		N.	—	s	—	—	—	s
» <i>latissima</i> GREG.		S.	—	—	—	—	—	s
<i>Rhabdonema arcuatum</i> C. AG.	+	w.	—	+	—	—	—	—

¹ Nur aus grossen Tiefen (Grundproben) in Davis Str., Berings Meer, bei Kamtschatka u. Bermuda hin bekannt (CLEVE).

² Nur aus Ind. Ocean., Mittelmeer, Süd-Amerika und West-Indien bekannt (CLEVE).

Diatomeen:	An höheren Algen angehaftet	Allgem. geograph. Ausbreitung	Alsen, Profil, Fig. 3					
			"Cyprinen- thon"		Detail- Profil I		Detail- Profil II	
			a	b	b	f	a	c ₁
I—III:								
<i>Actinocyclus Ehrenbergii</i> RALFS . . .		w.	+	+	+	+	+	+
<i>Cyclotella striata</i> GRUN.		S?	—	—	+	—	—	—
<i>Diploneis didyma</i> EHB.		w.	—	+	+	—	+	+
<i>Hyalodiscus scoticus</i> KÜTZ.	+	w?	—	—	—	—	—	+
<i>Melosira granulata</i> EHB.		w.	—	—	—	—	—	+
» <i>Westii</i> W. SM.		S?	—	+	+	+	—	+
<i>Nitzschia punctata</i> SM.		S.	+	+	—	—	+	—
I—IV:								
<i>Diploneis interrupta</i> KÜTZ.		w.	—	—	+	—	—	—
» <i>Smithii</i> BRÉB.		w.	+	—	+	+	h	h
II—IV:								
<i>Nitzschia circumscuta</i> BAIL.		S?	—	s	—	—	—	—
<i>Surirella striatula</i> TURP.		S?	—	—	+	—	—	—
III—V:								
<i>Cymatopleura elliptica</i> BRÉB.		S.	—	—	+	—	—	—
?:								
<i>Terpsinoe americana</i> BAIL.	+	—	—	+	s	—	—	+

Der Übersichtlichkeit wegen wird unten eine zusammenfassende Tabelle über die heutige Ausbreitung der im »Cyprinenthon« gefundenen Arten in Gebieten von verschiedenem Salzgehalt mitgeteilt.

	"Cyprinenthon"				Detail-Profil I				Detail-Profil II			
	a		b		b		f		a		c ₁	
	Anz.	‰	Anz.	‰	Anz.	‰	Anz.	‰	Anz.	‰	Anz.	‰
I:	17	80.9	14	63.6	21	70.0	11	73.3	19	79.1	14	60.9
I—II:	1	4.8	3	13.6	1	3.3	1	6.7	1	4.2	3	13.1
I—III:	2	9.5	4	18.2	4	13.3	2	13.3	3	12.5	5	21.7
I—IV:	1	4.8	—	—	2	6.7	1	6.7	1	4.2	1	4.3
II—IV:	—	—	1	4.6	1	3.3	—	—	—	—	—	—
III—V:	—	—	—	—	1	3.4	—	—	—	—	—	—

Die Zusammensetzung der Diatomeenflora im Allgemeinen beweist, so wie die früher erwähnten Epidermisfragmente von *Cyprina*, dass der Thon eine *marine* Ablagerung ist, und das relativ hohe Prozent von I-Diatomeen — 80.9 % in *a* und 63.6 % in *b* — deutet darauf hin, dass derselbe in Wasser mit einem Oberflächensalzgehalt von *mindestens* 1.25 % gebildet ist, eine Ziffer, die, wie früher angeführt worden ist, dem heutigen Salzgehalt bei Wismar oder im nördlichen Öresund entspricht. Das nicht unbedeutend geringere Prozent von I-Diatomeen in *b* scheint darauf hinzuweisen, dass der Salzgehalt zur Zeit der Entstehung von dem oberen Theile des Cyprinenthons etwas geringer gewesen als zur Zeit, wo der untere Theil gebildet wurde.

Das seltene Vorkommen von der unter II—IV angeführten Art, *Nitzschia circumscuta*, in *b* dürfte nicht auf eine Absetzung in Wasser von geringerem Salzgehalt schliessen lassen, sondern wird eher daraus zu erklären sein, dass einige Exemplare derselben entweder aus irgend einer benachbarten Bucht mit Brackwasser oder aus älteren Lagern hinausgeschwemmt worden. Ähnlichen Verhältnissen werden wir übrigens weiter unten bei anderen Vorkommnissen begegnen.

Das gleiche dürfte auch mit *Terpsinoe americana* der Fall gewesen sein, einer Art, die nach Prof. CLEVE als nur in Brackwasser vom Hudson River bis Florida lebend bekannt ist, die aber von älteren quartären Zeitabschnitten an bis in die postglaciale Litorinazeit hinein in baltischen Gegenden ziemlich häufig gewesen zu sein scheint.

Hinsichtlich der geographischen Ausbreitung der Arten fällt es auf, dass eine so geringe Zahl (1 oder 2?) von *nördlichen* Arten vertreten ist. Diese Thatsache beweist, dass zur Zeit der Bildung dieser Lager das Klima jedenfalls nicht arktisch, sondern höchstens boreal, *wahrscheinlicher* aber *gemässigt* war. Ein paar andere mit der Diatomeenflora im Zusammenhang stehende Fragen werden weiter unten zur Sprache kommen.

Ich gehe jetzt zur Besprechung der 2 *Detailprofile* über, die im Gebiete des Profils einer Untersuchung unterzogen wurden, und die rechts auf dieser Figur angegeben und als I und II bezeichnet sind. Das unterste sedimentäre Lager beider Profile ruht direkt auf der unteren Moräne, wie aus der Figur ersichtlich ist.

Detailprofil I. Dieses Profil zeigte in der Hauptsache folgendes Aussehen:

(Zu oberst, der oben besprochene »Cyprinenthon«)

f) *Fossilienführender*, graubrauner u. grüngrauer Thon mit etwas

Grus 0.15 Meter.

e) *Mariner Thon* (fossilienführend) 0.20 »

d) *Geschiebemergelähnliche Schicht* (gelbgrau) ca 0.15 »

c) Links: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Fossilienführender, mariner} \\ \text{Thon mit Rutschflächen;} \\ \text{Farbe grau bis grüngrau} \end{array} \right\}$ Rechts: $\left\{ \begin{array}{l} \text{Sand ohne} \\ \text{Fossilien} \end{array} \right\}$ » 0.20 »

- b) Gelbgrauer, *mariner Thon* (verwittert) mit spärlichen *Abgüssen* von *Cyprina*-Fragmenten. *Diatomeenführend* 0.40 Meter.
 a) Grauer, *mariner Thon mit Foraminiferen* (aber ohne Mol-
 lusken) 0.20 »
 (Unterer Geschiebemergel).

Sämtliche Schichten des Profils sind mehr oder weniger verwittert; nur in *c* (links), *e* und *f* finden sich einzelne kleinere Fragmente von Molusken (*Cyprina*) erhalten. *Foraminiferen* gibt es dagegen in den Schichten, die darauf hin untersucht wurden, mit Ausnahme von *b* (siehe die Tabelle, S. 61). Auf das Vorhandensein von *Diatomeen* hin wurden die Schichten *b* und *f* näher untersucht; das Resultat dieser Untersuchung findet man in der obenstehenden Tabelle, S. 56—58.

Wie sich aus der letztgenannten Tabelle (Detailprofil I) ergibt, weist die *Diatomeenflora* in *b* mit 70.0 % und *f* mit 73.3 % I-Arten im Grossen und Ganzen den gleichen Charakter auf wie in den vorhin erwähnten Proben (*a* und *b*) aus dem »Cyprinenthon«. Eine Verschiedenheit besteht jedoch, insofern nämlich in jenen keine Art von nördlicher Ausbreitung nachgewiesen werden konnte; auf diesen Umstand dürfte indessen kein besonderes Gewicht zu legen sein.

Die *Foraminiferenfauna* in den verschiedenen Lagern (*a*, *c*, *d* und *f*; *b* ermangelt der Foraminiferen, offenbar infolge weiter vorgeschrittener Verwitterung) zeigt das Aussehen, das die untenstehende Tabelle, Kolumne, »Detailprofil I« angibt. Die in den marinen Proben gefundenen präquartären Formen können Schlussfolgerungen hinsichtlich der physisch-geographischen Verhältnisse zur Zeit der Bildung dieser Lager natürlich nicht zu Grunde gelegt werden. Das gilt auch von den in dem Geschiebemergelartigen Lager *d* gefundenen Formen — einschliesslich der quartären — welche letztere offenbar aus bereits vorhandenen marinen Quartärlagern stammen, auf deren Kosten das Lager *d* theilweise gebildet worden ist (siehe unten).

Die quartäre Foraminiferenfauna in den marinen Lagern (*a*, *c* und *f*) hat in der Hauptsache die für den baltischen Cyprinenthon eigenthümliche Zusammensetzung, indem die für diesen charakteristischen Formen hier in der Regel mehr oder weniger häufig vorhanden sind. Eine Ausnahme bildet jedoch das Lager *a*, das der südlichen Form *Rotalina Beccarii* entbehrt, sowie das Lager *c*, worin *Polystomella striatopunctata* selten ist.

Die übrigen in den Proben aus diesem Profil erhaltenen Arten sind meist spärlich vertreten, weshalb kein grosses Gewicht auf dieselben zu legen sein wird. Eine Ausnahme machen jedoch *Bulimina pupoides* (in *a* und *c*) mit *südlicher* und *Planorbulina lobatula* (in *a*) mit *weiter* Ausbreitung.

Ebensowenig wie die Diatomeen, weisen die Foraminiferen auf arktische oder nördliche Bildungsbedingungen oder überhaupt auf irgend eine wesentliche Verschiedenheit der klimatischen Verhältnisse zur Zeit der Entstehung der verschiedenen Lager hin. Nach dem häufigen Vorkommen der auch in Brackwasser lebenden Formen zu urtheilen könnte man geneigt

Foraminiferen	Allgem. Geogr. Ausbreitung	Brackwasser-Formen	West. Atlant., Profil, Fig. 3										Innerates bis heute bekanntes Vorkommen nach d. Balt. Meere zu. (Vgl. auch oben Tab. S. 46)	Bathymetr. Verbreitung in Meter. Minimi-Tiefe. (Vgl. oben Tab. S. 46)
			Detail-Pr. I					Detail-Pr. II						
			a	c	d	f	a	b	c ₁	c ₂				
Quartäre Formen:													"Mare germanicum" (Goßs)	(Litoral, Brittanien; Chall.)
<i>Cassidulina crassa</i> d'ORB.	w.	—	s	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bohuslän	60 (Bohuslän)
<i>Bulinina pupoides</i> d'ORB.	S?	—	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bohuslän	(Litoral; Chall.)
" <i>elegans</i> d'ORB.	S?	—	s	s	—	—	—	—	—	—	—	—	Bohuslän	90 (Bohuslän)
" <i>Buchiana</i> d'ORB.	w.	(+ ?)	s	—	—	—	—	+	+	+	+	+	Bohuslän	(Litoral; Chall.)
<i>Polymorphina lactea</i> WALK. & JAC.	w.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bohuslän	(Litoral; Chall.)
" <i>gibba</i> d'ORB.	N?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bohuslän	(Litoral; Chall.)
" <i>acuta</i> ROEM.	w.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bohuslän	(Litoral; Chall.)
" cfr. <i>problema</i> d'ORB.	w.	(+)	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bohuslän	(Litoral; Chall.)
" <i>rotundata</i> BORN.	?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bohuslän	(Litoral; Chall.)
" <i>oblonga</i> d'ORB.	w.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bohuslän	(Litoral; Chall.)
" <i>compressa</i> d'ORB.	w.	(+)	s	—	s	—	s	—	s	—	—	—	Bohuslän	(Litoral; Chall.)
<i>Cristellaria rotulata</i> LAM.	w.	—	s	—	s	—	s	—	s	—	—	—	Bohuslän	(Litoral; Chall.)
" cfr. <i>crassa</i> d'ORB.	?	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Bohuslän	(Litoral; Chall.)
<i>Planorbulina lobatula</i> WALK. & JAC.	w.	+	+	—	s	—	s	—	s	—	—	—	Bohuslän	(Litoral; Chall.)
<i>Rotalina Beccarii</i> LINNÉ	S?	+	h	—	h	+	h	+	h	+	h	h	Bohuslän	(Litoral; Chall.)
" var. <i>lucida</i> MADSEN	w.	+	h	—	h	+	h	+	h	+	h	h	Bohuslän	(Litoral; Chall.)
<i>Polystomella striatopunctata</i> PARK. & JONES	w.	+	s	—	+	—	+	—	+	—	+	—	Bohuslän	(Litoral; Chall.)
" <i>subnodosa</i> v. MÜNST.	w.	+	s	—	+	—	+	—	+	—	+	—	Bohuslän	(Litoral; Chall.)
<i>Nonionina depressula</i> WALK. & JAC.	w.	+	h	—	h	—	h	—	h	—	h	—	Bohuslän	(Litoral; Chall.)
Präquartäre Formen:														
<i>Textularia globulosa</i> EHB.		+	+	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
" cfr. <i>quadrilatera</i> SCHWAG.		—	s	+	+	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Bulinina</i> cfr. <i>pupoides</i> d'ORB.		—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—		
" <i>Buchiana</i> d'ORB.		+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—		
" <i>Tritaxia minuta</i> MARSSON		—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Bolivina</i> sp.		—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Uvigerina</i> sp.		—	—	+	+	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Cristellaria rotulata</i> LAM.		—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Lagena sulcata</i> WALK. & BOYS		s?	s?	—	—	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Globigerina bulloides</i> d'ORB.		+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—		
" <i>aquilatensis</i> BRADY		+	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Spheroidina bulloides</i> d'ORB.		—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Fullenia quinqueloba</i> REUSS		—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Planorbulina lobatula</i> WALK. & JAC.		—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—		
" cfr. <i>refulgens</i> d'ORB.		—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—		
" <i>ariminensis</i> d'ORB.		—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Rotalina Soldanii</i> d'ORB.		—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—		
<i>Cornuspira</i> sp.		—	+	+	+	—	—	—	—	—	—	—		

¹ Ein ? bedeutet, dass es unsicher ist, ob die betreffende Art als präquartär oder quartär zu betrachten ist!

sein anzunehmen, dass der Salzgehalt gering gewesen sei, es ist aber wahrscheinlich, dass er *mindestens* ebenso gross gewesen ist wie der in den etwas tieferen Theilen des heutigen Öresund¹. Einige der selten vorkommenden Arten zeigen zwar einen grösseren Salzgehalt an, es dürfte aber, wie bereits hervorgehoben wurde, grossem Zweifel unterliegen, ob diesem Umstande irgend welche Bedeutung beizulegen sei, da sie mit den Meereströmen hergekommen sein *können*, entweder als lebend oder aus älteren marinen Quartärlagern.

Es erübrigt noch eine befriedigende Erklärung von der Entstehung der *Geschiebemergel-ähnlichen*, etwa 15 Cm. mächtigen *Schicht d* zwischen den marinen Lagern zu versuchen. Wie ich bei einer früheren Gelegenheit (Balt. hafvet I, S. 41) wahrscheinlich zu machen gesucht habe, lässt sich die Entstehung der 4 von TH. EBERT in Westpreussen nachgewiesenen, mit sedimentären Bildungen wechsellagernden Moränenschichten wohl am richtigsten auf kleinere Oscillationen des Landeises innerhalb dieses für dergleichen Oscillationen vermuthlich sehr günstig gelegenen Gebietes zurückführen, was um so wahrscheinlicher wird, als vermuthlich die Wassermassen der baltischen Depression solche Schwankungen des Landeises erleichtert haben. Eine ähnliche Erklärung dürfte meines Erachtens auch für diesen Fall aus Alsen anwendbar sein; denn dass hier von einer besonderen Vereisung ebensowenig die Rede sein kann, ergibt sich aus der grossen Übereinstimmung der Fauna und der Diatomeenflora sowohl in den die betreffende Schicht überlagernden als auch unterlagernden Thonschichten, die ein gemässigttes oder höchstens boreales Gepräge aufweisen. Handelte es sich hier um ein wiederholtes, und zwar grösseres Vorrücken des Landeises, müsste man nämlich erwarten, dass sich wenigstens in dem unmittelbar überliegenden, nicht gestörten Theile des Thones Vertreter einer arktischen oder nördlichen Fauna und Flora fänden. Wie weiter unten gezeigt werden soll, finden sich indes dünne, Moränenähnliche Schichten auch an anderen Stellen in der Nähe, und zwar unter ähnlichen Lagerungsverhältnissen, so dass die Erscheinung keineswegs vereinzelt dasteht. Der ebengenannte Charakter der Fauna und der Diatomeenflora in den über- und unterliegenden Sedimenten liesse sich indessen meines Erachtens in einer anderen noch wahrscheinlicheren Weise erklären, daraus nämlich, dass die in Rede stehenden, dünnen Geschiebemergelschichten ihr Dasein einfach der Einwirkung von *Eisbergen* verdanken, die über den auf dem Meeresgrunde sich vorfindenden »Cypripenthon« dahingetrieben wären und diesen dabei stellenweise zusammen-

¹ Es verdient erwähnt zu werden, dass *Polystomella striatopunctata*, deren innerstes bislang bekanntes Vorkommen im heutigen Baltischen Meere um die Warnemünde-Gegend gewesen ist, von mir neuerdings in einigen Exemplaren bei Gotland — in einer Tiefe von 18 Meter auf der Höhe von Ejsta — gefunden worden ist, was ja übrigens bei dem Auftreten dieser Art in Wasser von geringem Salzgehalt bei den Britischen Inseln u. s. w. nicht Wunder nehmen kann. Sie soll nach BRADY (Annals a. Mag. Nat. History, Vol. VI, 4 Ser., S. 275) sogar in Süsswasser in Irland zusammen mit *Nonionina depressula* gefunden worden sein.

gepresst und in denselben geschrammte Geschiebe- und Kies-Parteien hineingeknetet hätten — welche in nicht geringer Menge, namentlich wohl in den unteren Theilen der Eisberge enthalten zu sein scheinen, — wodurch eine Geschiebemergel-ähnliche Bildung entstanden und der unterliegende Thon gefaltet worden wäre (vgl. Lager *c* links¹). Zur Beleuchtung der Frage sei an den längst bekannten, bedeutenden Transport von Treibeismassen erinnert, der innerhalb des baltischen, spätglacialen *Yoldia*-Meeres stattgefunden hat, und der durch das Vorhandensein von zahlreichen im *Yoldia*-Thon eingebetteten, meistens geschrammten Geschieben, sowie durch mehr oder weniger bedeutende Störungen und Faltungen dieses Thones bewiesen wird. Zu Gunsten der eben genannten Annahme spricht ferner der Umstand, dass auch im »Cyprinenthon« zuweilen kleinere geschrammte Steine angetroffen werden, die kaum anders als durch das Treibeis hierhergekommen sein können. Dass der im Allgemeinen gemässigte Charakter des »Cyprinenthons« der Annahme eines Treibeistransportes sogar innerhalb des südwestlichen Theiles des damaligen Baltischen Meeres nicht zu widersprechen braucht, dürfte übrigens klar sein, theils daraus, dass dieses Gebiet um die Zeit, wo die Bildung des »Cyprinenthons« stattfand, in ziemlich offener Verbindung mit dem benachbarten, warmen Weltmeer gestanden haben muss (ich komme später auf diese Frage zurück, siehe übrigens Balt. hafvet I, S. 75 flg. u. a.), theils daraus, dass man annehmen darf, dass sich die Eiskante damals nach innen ziemlich weit nach der baltischen Depression hin erstreckt und daher keinen erheblichen Einfluss auf die Temperaturverhältnisse des Meeres in den südwestlichen und südlichen Theilen der Ostsee ausgeübt habe.

Detailprofil II. Dieses Profil hatte folgendes Aussehen:

(Zu oberst *Cyprinenthon*).

<i>f</i>) Fossilienfreie Thonschicht	ca 0.005	Meter.
<i>e</i>) Fossilienfreier Sand	» 0.15	»
<i>d</i>) Fossilienfreie Thonschicht	» 0.002	»
<i>c</i>) Etwas thoniger, feiner Sand mit Süßwasser-Mollusken etc.	0.2—0.3	»
<i>b</i>) Mariner Thon mit <i>Cyprina</i> etc. (etwas verwittert) . . .	0.15	»
<i>a</i>) » <i>Cyprinenthon</i> « (unverwittert)	0.15	»

(*Geschiebemergel*)

Von den *Mikroorganismen*, die beim Schlämmen in den Lagern *a*, *b* und *c* angetroffen wurden (*d*, *e* und *f* ermangeln der quartären Fossilien), finden sich die *Diatomeen* in der Tabelle S. 56—58 und die *Foraminiferen* auf Seite 61 wieder.

Das Lager *a*, das unmittelbar auf dem unteren Geschiebemergel ruht und aus einem typischen, graugrünen »*Cyprinenthon*« besteht, enthält zahlreiche, gut erhaltene Fragmente von *Cyprina islandica* L. und ausserdem spärlichere Schalen von *Corbula gibba* OLIVI und *Balanus improvisus*

¹ Vielleicht steht auch die Bildung des lokal (?) vorkommenden sandigen Lagers (*c* rechts) mit einem solchen Treibeistransport im Zusammenhang.

DARW. Von diesen geht die *Cyprina*, wie bereits erwähnt, heute bis in die Warnemünde-Gegend hinein, die *Corbula* durch den Öresund bis nach Möen und der *Balanus* bis in das Süd-Schonensche Meer und dann weiter an der deutschen und der russischen Küste entlang bis hinauf in den westlichen Theil des Finnischen Busens. Unter den *Diatomeen* sind die in Gruppe I gehörenden Arten mit nicht weniger als 79.1 % vertreten, was auf einen mindestens ebenso grossen Salzgehalt wie der an der *Oberfläche* im nördlichen Öresund hindeutet. Einen ähnlichen Ausschlag geben die häufiger vorkommenden unter den *Foraminiferen* mit Ausnahme von *Polymorphina gibba* und *P. acuta*, die auf einen grösseren Salzgehalt schliessen zu lassen scheinen. Bemerkenswerth ist, dass keine Foraminiferen, von denen sich annehmen liesse, dass sie aus präquartären Lagern stammen könnten, sich in *a* finden (ebensowenig wie in *b* und *c*), eine Thatsache, die zu beweisen scheint, dass man es hier mit einer reinen Quartärfauna zu thun hat, die wahrscheinlich zur Zeit der Entstehung dieser Lager grösstentheils dort gelebt hat und in die Lager direkt hinein-gebettet worden ist.

Die Fauna und die Diatomeenflora zeigen ferner an, dass die klimatischen Verhältnisse zur Zeit, wo das Lager *a* gebildet wurde, höchstens boreal, vielleicht sogar *gemässigt* gewesen sind, und die heutige *bathymetrische* Ausbreitung der *Cyprina* innerhalb temperierter Gegenden scheint zu der Annahme zu berechtigen, dass der Thon nicht in Wasser von geringerer Tiefe als ca 10 Meter abgesetzt sein könne; diese Ziffer muss jedoch offenbar im Hinblick auf die feine Beschaffenheit des Thones, die eine grössere Tiefe als 10 Meter voraussetzt, als zu niedrig bezeichnet werden.

Das Lager b stimmt mit dem vorigen sowohl hinsichtlich der Beschaffenheit des Thones als auch der Zusammensetzung der Fauna so genau überein, dass es vielleicht richtiger unter *a* hätte eingereiht werden sollen. Die Ursache, weshalb es hier mit besonderer Bezeichnung angeführt worden, ist die, dass es im Felde infolge von Verwitterung eine abweichende Farbe und Konsistenz aufwies. Ausser *Cyprina*-Fragmenten hat es sich als spärliche Überreste eines *Balanus* (*improvisus* oder *crenatus* BRUG) enthaltend erwiesen; und aus der Tabelle Seite 61 geht hervor, dass die *Foraminiferenfauna* mit der in *a* gefundenen beinahe identisch ist. Die Bildungsbedingungen sind demnach für beide im Ganzen die gleichen gewesen.

Das Lager c. Auf das Lager *b* folgt ein 2—3 Dm. mächtiges Lager von wenig thonigem, feinem Sand (*c*), das als theilweise in Süswasser abgesetzt von recht hohem Interesse ist. Es lässt sich füglich in einen unteren (*c*₁) und einen oberen Theil (*c*₂) zerlegen, da es unten eine etwas grössere Einmischung von *marinen* Schalen enthält, während solche im oberen Theile seltener sind.

Der Übersichtlichkeit halber folgt hier eine tabellarische Darstellung der in *c*₁ und *c*₂ gefundenen *Mollusken* und *Balaniden*.

		c_1	c_2	Innerstes bis heute bekanntes Vorkommen nach Balt. Meere zu
Marine Formen:				
<i>Mytilus edulis</i> L.	w.	+	s	Bottnischer Meerbusen.
<i>Cardium edule</i> L.	w.	s	—	» »
» <i>echinatum</i> L.	S.	s	s	Mittl. Öresund.
<i>Cyprina islandica</i> L.	N.	s	—	Südl. Öresund u. Warnemünde.
<i>Corbula gibba</i> OLIV.	S. od. W.	+	+	Möen.
<i>Mya</i> sp.	?	—	I Fragm.	
<i>Cerithium reticulatum</i> DA C.	S.	—	I »	Mittl. Öresund.
<i>Nassa</i> sp.	S?	—	I »	
<i>Balanus improvisus</i> DARWIN	S.	h	h	Insel Åland.
» <i>crenatus</i> BRUG.	w.	h	—	Kiel.
Süßwasser-Arten:				
<i>Unio</i> sp.	?	—	s	
<i>Pisidium</i> sp.	?	s	—	
<i>Valvata piscinalis</i> MÜLL.	w.	—	+	
» <i>macrostoma</i> STEENB.	S?	—	+	

Ausserdem sind in diesen Lagern kleinere Fragmente von anderen Muscheln gefunden worden, die sich jedoch nicht haben bestimmen lassen.

Fassen wir nun zunächst die in c_1 und c_2 gefundene Foraminiferenfauna und die Diatomeenflora in c_1 kurz ins Auge (c_2 wurde nicht auf Diatomeen hin untersucht).

Man kann sagen, dass die *Foraminiferenfauna* in c_1 mit der in *a* und *b* gefundenen und oben kurz gekennzeichneten sehr nahe übereinstimmt, wogegen in c_2 nur 3 Arten vertreten sind, die sämtlich in dem baltischen »Cyprinenthon« sehr häufig vorkommen, und von denen wenigstens 2, die *Polystomella* und die *Nonionina* zugleich ausgesprochene Brackwasserformen sind.

Die in c_1 gefundenen *Diatomeen* zeigen allerdings eine wesentliche Steigerung des Prozentes der I—III-Arten und eine entsprechende Verminderung des Proz. der I-Arten (oder von 79.1 % in *a* bis 60.9 % in c_1) an, weisen jedoch einen ziemlich salzigen Charakter auf.

Wie aus der *Mollusken-Tabelle* erhellt, besteht die Fauna im Lager *c* aus einer Mischung von marinen und Süßwasser-Formen, die natürlich nicht gleichzeitig an derselben Stelle gelebt haben können. Da die Mehrzahl der marinen Mollusken, die hier angetroffen wurden, sich im unterliegenden »Cyprinenthon« nicht wiederfindet, liegt kein Grund vor zu vermuthen, dass sie aus diesem stammen sollten, sondern es ist wahrscheinlich, dass zwischen dem Lager *b* und einem wirklichen Süßwasser-Lager mit primär eingebetteten Süßwasser-Formen ursprünglich ein sandiges Lager mit marinen und Brackwasser-Formen (c_1) vorhanden gewesen sei, welches

den Charakter eines Übergangsgliedes zwischen diesen gehabt, dass aber bei den Störungen, denen die Lager während der folgenden späteren Vereisung ausgesetzt gewesen, die erwähnte Vermengung stattgefunden habe.

Dass die *marine Molluskenfauna* in *c* eine solche Übergangsfauna ausgemacht habe, ergibt sich mit Wahrscheinlichkeit aus dem nicht unerheblich wärmeren Charakter, den sie im Vergleich zu der Fauna des »Cyprinenthons« besitzt, besonders aber daraus, dass das sandige Lager *c* durch und durch auf eine Absetzung in seichterem Wasser als *a* und *b* hindeutet. Damit steht auch die heutige *bathymetrische* Ausbreitung der gefundenen Arten nicht in Widerspruch. Dagegen liegt ein bestimmter Ausschlag hinsichtlich einer etwaigen stufenweisen Minderung des Salzgehaltes in der Zeit zwischen der Bildung von *b* und der von *c*, nicht vor, vermuthlich aus dem Grunde, dass das ursprüngliche stratigraphische Auftreten der einzelnen Arten wegen der Vermischung sich nicht hat ermitteln lassen.

Bezüglich des Klimas zur Zeit des Auftretens der Süsswasser-Formen daselbst verdient hervorgehoben zu werden, dass man, da *Valvata macrostoma* heute ihre eigentliche Ausbreitung in Süd-Schweden (am nördlichsten in Upland) und noch südlicher zu haben scheint, zu der Annahme berechtigt sein dürfte, dass das Klima gemässigt gewesen.

In den *c* überlagernden Bildungen, nämlich einer etwa 0,15 Meter mächtigen, zwischen 2 dünnen Thonschichten befindlichen Sandschicht sind keine quartären Fossilien gefunden worden. Offenbar werden sie am richtigsten als eine Art fossilienfreie Übergangslager zwischen dem Süsswasser-Lager und dem dieselben überlagernden, verwitterten »Cyprinenthon«, der einen grossen Theil des Profils Fig. 3 einnimmt, aufzufassen sein.

Fassen wir nun das über Detailprofil II vorhin Gesagte zusammen, so ergibt sich, dass auf eine — durch den »Cyprinenthon« vertretene — Zeit mit ausgeprägteren marinen Verhältnissen und tieferem Wasser ein Zeitabschnitt gefolgt ist, während dessen statt des Thones ein etwas thoniges *Sandlager*, zunächst mit einer marinen Fauna von gemässigerem Charakter und vermuthlich geringerem Salzgehalt, dann mit wahrscheinlich stufenweiser Ersetzung der marinen Fauna durch eine Süsswasser-Fauna, ebenfalls von gemässigtem Gepräge, abgesetzt wurde, und dass dann marine Verhältnisse mit Thon-Bildung (dem überliegenden »Cyprinenthon«) von Neuem eingetreten sind. Diese Veränderungen lassen sich schwerlich anders als durch die Annahme von Verschiebungen der Strandlinie begreifen, wobei man anzunehmen haben wird, dass die Verbindung zwischen dem SW-baltischen Gebiete und dem Ocean anfänglich eine offenere gewesen (Bildungszeit des unteren »Cyprinenthons«), dann aber nach und nach immer mehr eingeschränkt geworden sei (»Übergangslager«) und schliesslich gänzlich aufgehört habe (Süsswassersand«). Darauf sei nochmals eine Strandverschiebung (Landsenkung) eingetreten, und nachdem diese so weit vorgeschritten, dass das baltische Gebiet wieder mit dem Ocean in offene Verbindung gebracht war, habe die Absetzung des oberen »Cyprinenthons« angefangen. Die Annahme eines solchen Entwicklungsganges

gewinnt an Wahrscheinlichkeit durch das Vorkommen ähnlicher Lager-serien an mehreren Stellen in benachbarten Gegenden, vor allem auf dem Ristingeklint auf Langeland; das von JOHNSTRUP (a. a. O.) beschriebene Profil aus diesem Lokal wurde von mir auf die gleiche Weise wie das soeben erörterte Detailprofil II gedeutet (vgl. Balt. hafvet I). Es wurde dabei auf die Analogie aufmerksam gemacht, die zwischen der *spät- + post-glacialen* Geschichte des Baltischen Meeres einerseits und derjenigen des fraglichen interglacialen Abschnitts anderseits besteht, insofern jene zuerst einen marinen Zeitabschnitt — die *Yoldia-Zeit* — und dann einen Binnensee-Abschnitt — die *Ancylus-Zeit* — aufweist, der seinerseits durch die *Litorina-Zeit* mit grösserem Salzgehalt als heutzutage abgelöst wurde, alles Umwandlungen, die nachweislich durchgreifenden Niveauveränderungen ihr Dasein verdanken.

Über das Alter der verschiedenen Lager des oben beschriebenen Profils, Fig. 3 dürfte kaum irgend welche Meinungsverschiedenheit bestehen können. Wie weiter unten des Näheren ausgeführt werden soll, dürfte nämlich die untere, unverwitterte, mächtige Geschiebemergelbank der »grossen Moräne« im nördlichen Deutschland, in dem südbaltischen Gebiete, Schonen u. s. w., deren Bildung ja gewöhnlich in die Zeit der grössten Ausbreitung des Landeises verlegt wird, parallel zu stellen sein, die obere, verwitterte, wenig mächtige Moräne hingegen ist nach meinem Dafürhalten mit der an verschiedenen anderen Orten beobachteten »jüngeren baltischen«, die bei der letzten Vereisung gebildet wurde, auf die gleiche Linie zu stellen. Was die zwischen diesen Moränen befindlichen sedimentären Lager betrifft, halte ich dafür, dass sie während eines wirklichen, in die Zeit zwischen den genannten Vereisungen fallenden interglacialen Abschnittes gebildet sind, und zwar theils deshalb, weil die Fauna und die Flora dieser ziemlich mächtigen Serie mit Sicherheit beweisen, dass das Klima zur Zeit der Entstehung dieser Lager nicht arktisch oder auch nur zeitweise zweifellos boreal, sondern gemässigt gewesen ist, theils auch deshalb, weil dieser Abschnitt, während dessen bedeutende Verschiebungen der Strandlinie stattgefunden haben, von so grosser Dauer gewesen sein muss, dass dabei keineswegs von einer »Oscillations-Zeit« die Rede sein kann. Im Gegentheil scheinen mir die Thatsachen an die Hand zu geben, dass das Landeis während des wärmeren Theiles dieses Abschnitts sich nicht nur vom südbaltischen Gebiete zurückgezogen habe, sondern vielleicht zum grösseren Theil sogar in Skandinavien hinweggeschmolzen sei.

Ich gehe dabei von der, wie ich glaube, ganz richtigen Voraussetzung aus, dass die sedimentären Lager im vorhin beschriebenen Profil in situ auftreten, was hier so zu verstehen ist, dass dieselben zwar bei der letzten Vereisung einem bedeutenden Druck ausgesetzt gewesen sind, wodurch namentlich die grösseren Schalen (*Cyprina* u. s. w.) zerdrückt worden und einige kleinere Verschiebungen stattgefunden, dass sie aber nicht einmal eine kürzere Strecke transportiert worden sind.

Profil bei 4 auf der Kartenskizze.

Ich gehe jetzt zur Beschreibung eines ziemlich eigenthümlichen Profils über, das in der Uferterrasse ein ziemliches Stück nordöstlich von dem vorhin als Profil, Fig. 3 beschriebenen angetroffen wurde, und das auf der Kartenskizze als No. 4 bezeichnet ist.

Die Lagerungsfolge hat folgendes wechselnde Aussehen:

- q) (zu oberst) *Typischer, verwitterter, gelbgrauer Geschiebemergel* 5.00 Meter.
 p) *Sand, theilweise mit Grus untermischt* 1.50 »
 o) *Mit Thon untermischter Sand* 0.10 »
 n) *Sand in Wechsellagerung mit grusigen und theilweise etwas thonigen Schichten* 2.00 »
 m) *Mariner Thon* 0.03 »
 l) *Sand* 0.20 »
 k) *Mariner Thon* 0.50 »
 h) *Sand* 0.50 »
 g) *Thon* 0.05 »
 f) *Mit Thon untermischter Sand mit kleineren Geschieben* . . . 0.10 »
 e) *Mariner Thon, mit etwas Sand untermischt, dunkel graugrün* 0.35 »
 d) *Geschiebemergelartige Schicht* 0.05 »
 c) *Mariner Thon, dunkel graugrün* 0.20 »
 b) *Geschiebemergel, in a übergehend* 0.40 »
 a) *Mariner Thon, dunkel graugrün* 0.23 »
 α) *Geschiebemergel (unterer?)* 1.00 » +

Die Oberfläche des Lagers α liegt 2.7 Meter über dem Meeresspiegel.

Diejenigen Schalen von *makroskopischen Organismen*, die in den verschiedenen Lagern dieser Lagerserie gefunden wurden, sind in der folgenden Tabelle verzeichnet. In dem *theilweise* grusigen Lager n wurden ferner spärliche Fragmente von Mollusken beobachtet, welche meistens der *Cyprina islandica* anzugehören scheinen.

		a	c	e	k	m	
<i>Mytilus edulis</i>	w.	s	—	—	—	—	Bottn. Meerbusen.
<i>Nucula</i> sp.	?	s	—	—	—	—	
<i>Cardium echinatum</i>	S.	s	—	—	—	—	Mittl. Öresund.
<i>Cyprina islandica</i>	N.	a	a	+	+	s	Südl. Öresund u. Warnemünde.
<i>?Corbulomya ovata</i> FORBES . .	?	+	—	—	—	—	?
<i>Corbula gibba</i>	S. od. w?	a	+	+	s	s	Möen.
<i>Mya</i> sp.	N?	s	—	—	—	—	Westl. Ostsee.
<i>Onoba</i> cfr <i>proxima</i> ALDER . .	S.	a	—	s	—	—	Skagerak.
<i>Balanus improvisus</i>	S.	a	s	—	—	—	Insel Åland.

In Bezug auf dies obenstehende Verzeichnis dürften zunächst einige allgemeine Bemerkungen am Platze sein.

Sämtliche Arten mit Ausnahme von *Corbula*, *Corbulomya* und *Onoba* liegen nur als Fragmente vor.

Die Ansetzung von *Corbulomya ovata*, einer Form, die in der Jetztzeit aus dem nordwestlichen oder nördlichen Europa nicht mit Sicherheit bekannt zu sein scheint, wurde mit Rücksicht darauf gemacht, dass einige der zuerst der *Corbula* zugezählten Schalen durch ihre relativ stark ausgeprägte, platte Gestalt und ihren wenig hervortretenden Schlosszahn jener Art näher zu kommen schienen als der *Corbula gibba*. Es ist indes möglich, dass letztere Variationen aufweisen kann, die der *C. ovata* ähneln, darüber habe ich aber keine Aufschlüsse erhalten können.

Das Lager a. Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, ist das Lager *a* sowohl an Arten als auch an Individuen am reichsten. Die Mehrzahl geht bis in den Öresund hinein, während *Onoba proxima* als lebend nicht weiter hinein als bis in das Skagerak geht und *Corbulomya* sogar im Kattegat nicht mit Sicherheit angetroffen worden ist.

Fassen wir zunächst den Charakter der bisher besprochenen Fossilien des Lagers *a* ins Auge. Man kann sagen, dass die Fauna dieses Lagers *temperierte oder höchstens boreale* Bildungsbedingungen erweist, indem die südlichen Formen *Cardium echinatum* und *Onoba* ihre heutige Nordgrenze bei West-Finnmarken resp. Lofoten haben; sie zeigt ferner einen Salzgehalt an, der vermuthlich nicht geringer war als der heutige Salzgehalt im Skagerak (*Onoba*).

Einen ähnlichen Ausschlag ergeben die *Foraminiferen* (siehe die untenstehende Tabelle, *a*), indem die ziemlich allgemein vorkommende *Miliolina bicornis* nicht weiter nach innen zu als an der Küste von Bohuslän gefunden worden zu sein scheint. In gewisser Hinsicht bemerkenswerth ist das Vorkommen von *Fron dicularia* cfr *alata* (von quartärem Aussehen), weil weder diese noch irgend eine andere recente *Fron dicularia*-Art auch nur an der Küste von Bohuslän angetroffen worden ist (GOËS a. a. O.). BRADY (Challenger etc. S. 519 und 522) gibt an, dass die Gattung *Fron dicularia* in der Jetztzeit sehr spärlich vertreten sei, und dass es im Atlantischen Ocean eigentlich das Gebiet zwischen Westindien und den Bermuda Inseln sei, das irgend eine beträchtliche Anzahl von *Fron dicularien* enthalte. Da nur *ein Exemplar* gefunden worden ist, lässt sich natürlich daraus hinsichtlich der hydrographischen Verhältnisse kein Schluss ziehen. — Die vorhin als im »Cyprinenthon« besonders häufig bezeichneten Arten, sind, wie zu ersehen ist, auch hier zahlreich; zu ihnen gesellt sich ausserdem *Miliolina seminulum*, die in Bezug auf dieses Lager zu derselben Kategorie gestellt werden kann. — *Präquartäre* Arten sind hier in *a* äusserst selten.

Die *Diatomeenflora* in *a* (siehe die Tabelle S. 72) weist 68.4 Procent von *I-Arten* auf; auch sie setzt somit einen grösseren Salzgehalt als den heutigen im nördlichen Öresund voraus.

Wenn wir nun die Fauna und die Diatomeenflora in *a* mit der Fauna und der Flora der übrigen Lager, die darauf hin untersucht worden

	Allgem. Geogr. Ausbreitung.	Brackwasser-Formen.	Alsen, Profil bei 4 auf der Kartenskizze.								Innerstes bis heute bekanntes Vorkommen nach Balt. Meere zu. (Vgl. oben.)
			α	a	d	e	k	m	o	p	
Quartäre Arten:											
<i>Cassidulina larigata</i> D'ORB.	w.	—	s	—	—	—	—	—	—	—	Kattegat
" <i>crassa</i> D'ORB.	N.	—	s	—	—	—	—	—	—	—	Öresund
<i>Bulimina marginala</i> D'ORB.	w.	?	—	s	—	s	—	—	—	—	Bohuslän
<i>Virgulina Schreibersiana</i> CZJZEK	N.	?	s	—	—	—	—	—	s	—	Nörtl. Öresund
<i>Polymorphina lactea</i> WALK. & JAC.	w.	—	s?	+	—	—	+	—	s	—	
" <i>gibba</i> D'ORB.	w.	—	—	s	—	—	—	—	s	—	
" <i>acuta</i> ROEM.	N?	—	—	+	—	+	—	s	—	—	
" <i>oblonga</i> D'ORB.	w.	+	—	+	—	—	—	s	—	—	Nörtl. Öresund
" <i>compressa</i> D'ORB.	w.	—	—	—	—	s	—	—	—	—	
<i>Cristellaria gibba</i> D'ORB.	w.	—	—	—	—	—	—	—	s	—	
<i>Fronicularia</i> cf. <i>alata</i> D'ORB.	S.	—	—	—	—	—	—	—	—	—	Skagerak
<i>Lagena laevis</i> WALK. & BOYS	w.	+	—	—	s	—	—	—	—	—	Bohuslän
<i>Globigerina bullioides</i> D'ORB.	w.	(+)	—	—	—	+	—	—	s?	—	Öresund
<i>Planorbulina lobatula</i> WALK. & JAC.	w.	+	—	—	—	—	—	—	s?	—	
" <i>ariminensis</i> D'ORB.	S.	+	—	—	+	—	h	+	—	—	Öresund
<i>Rotalina Beccarii</i> L.	S.	+	—	h	+	+	h	+	h	—	Gotland
" var. <i>lucida</i> MADSEN	S.	+	—	+	s	h	+	s	+	s	Warnemünde
<i>Polystonella striatopunctata</i> PARK. & JONES	w.	+	s	+	s	s	h	h	h	—	
<i>Nonionina depressula</i> WALK. & JAC.	w.	+	+	h	—	h	h	h	h	—	
" <i>pompilioides</i> FICHT. & MOLL.	S.	—	s	—	—	s	s	?	s?	—	
<i>Cornuspira involvens</i> REUSS	—	—	s?	—	—	—	—	—	—	—	Öresund
<i>Miliolina seminulum</i> L.	w.	+	?	h	—	s	—	—	—	—	Bohuslän
" <i>bicornis</i> WALK. & BOYS	S.	?	—	—	—	—	—	—	—	—	
" <i>Boueana</i> D'ORB.	S.	—	—	+	—	—	—	—	—	—	

	Allgem. Geogr. Ausbreitung.	Alsen, Profil bei 4 auf d. Kartenskizze.		
		a	k	m
I:				
<i>Actinoptychus splendens</i>	S.	+	—	a
» <i>undulatus</i>	S.	a	a	a
» <i>vulgaris</i>	S.	—	—	s
<i>Auliscus sculptus</i>	S.	s	s	+
<i>Biddulphia Rhombus</i>	S.	—	s	s
<i>Cerataulus Smithii</i> RALFS	S.	—	s	—
<i>Cocconeis distans</i>	w.	—	+	—
* <i>Coscinodiscus curvatus</i>	w.	s	—	—
* » <i>excentricus</i>	w.	+	+	+
* » <i>Kützingerii</i>	w.	—	s	—
* » <i>radiatus</i>	w.	+	+	+
* <i>Diadema mitra</i>	N.	—	s	s
<i>Diploneis aestiva</i> DONK.	S?	—	—	+
» <i>lineata</i> DONK.	S?	—	s	—
» <i>nitescens</i>	S.	—	s	—
* <i>Endictya oceanica</i>	S.	+	a	a
<i>Grammatophora serpentina</i> EHB.	S.	s	—	s
<i>Hyalodiscus stelliger</i>	S.	+	+	+
<i>Navicula abrupta</i>	w?	—	+	+
» <i>aspera</i> EHB.	w.	+	+	—
» <i>Lyra</i>	w.	—	s	s
<i>Paralia sulcata</i>	w.	a	a	a
*? <i>Pyxilla baltica</i>	w.	—	+	+
<i>Raphoneis amphiceros</i>	S.	—	+	—
* <i>Stephanopyxis Turris</i>	w.	—	+	s
<i>Surirella fustuosa</i>	S.	+	s	s
<i>Triceratium favus</i>	S.	s	s	a
» <i>sculptum</i>	S.	—	s	—
I—II:				
<i>Actinocyclus Ralfsii</i>	S.	a	a	a
<i>Diploneis suborbicularis</i> GREG.	S.	s	—	—
I—III:				
<i>Actinocyclus Ehrenbergii</i>	S.	+	+	+
<i>Hyalodiscus scoticus</i>	w?	s	—	—
<i>Nitzschia punctata</i>	S.	—	s	—
I—IV:				
<i>Diploneis Smithii</i>	w.	+	+	+
II—IV:				
<i>Campylodiscus Echineis</i> EHB.	w.	s	—	—

sind, vergleichen, so ergibt sich zunächst, dass die letzteren relativ arm an Schalen von grösseren Organismen sind (siehe die Tabelle Seite 68). Es sind also nur *Cyprina islandica* und *Corbula gibba*, die in *c*, *k* und *m* angetroffen worden sind, woneben in *c* spärliche Fragmente von *Balanus improvisus*, und in *e* einige Exemplare der *Onoba* gefunden worden sind. Die Anwesenheit der *Corbula* zeigt höchstens ein boreales Klima an, und die der *Cyprina* einen Salzgehalt *mindestens* ebenso gross wie im südlichen Öresund (ca 1.5 ‰ an den etwas tieferen Stellen [ca 15 M.]). Die *Foraminiferenfauna* setzt einen etwas grösseren Salzgehalt (mindestens ebenso gross wie im nördlichen Öresund) voraus, ebenso, und zwar noch entschiedener, die *Diatomeen* in *k* und *m* mit resp. 85.2 und 86.5 ‰ von *I-Arten*. — Auch in diesen Lagern ist das Procent von präquartären, aus älteren Lagern ausgeschwemmten Foraminiferen gering (siehe die Tabelle!).

Ausser den soeben erwähnten ist unter den auf das Vorkommen von Fossilien hin näher untersuchten Lagern *o* das einzige, von dem man vielleicht annehmen könnte, dass es primär eingebettete Schalen enthalte, und zwar einige *Foraminiferen*, unter denen die für den »Cyprinenthon» am charakteristischsten Arten zahlreich vertreten sind, jedoch mit Ausnahme von *Rotalina Beccarii*, die hier fehlt. In Erwägung der verhältnismässig grossen Anzahl präquartärer Formen, die in diesem Lager gefunden worden, kann man jedoch in Frage stellen, ob nicht auch die quartären Formen als ins Lager sekundär hineingeschwemmt zu betrachten seien; falls dem so sein sollte, hätte man somit dieses Lager nicht als ein wirkliches, marines Sediment, sondern eher als eine »Hvitåbildning» oder eine fluvioglaciale Schicht aufzufassen.

Eine Zusammenfassung der im Vorhergehenden gemachten Angaben über den Charakter der Fauna und der Flora im Profil 4 ergibt somit, dass alle diese Lager unter temperierten oder höchstens borealen Bedingungen und in Wasser von einem Salzgehalt, der wenigstens ebenso gross gewesen sein muss, wie der heutige des nördlichen Öresund, gebildet worden sind; was die Lager *a* und *c* (mit *Onoba*) betrifft, darf der Salzgehalt vielleicht als mindestens ebenso gross wie der im Skagerak herrschende angesetzt werden.

Zum Vergleich sind auch diejenigen *Foraminiferen* mitgeteilt worden, die in zwei von den Geschiebemergellagern (*α* und *d'*) und in dem mit Grus untermischten Sand, der das Lager *p* bildet, angetroffen wurden (siehe die Tabelle, Seite 70—71). Daraus ergibt sich, dass das Procent von präquartären Formen in diesen Lagern, sowie in dem soeben besprochenen Lager *o*, in der Regel bedeutend grösser ist als in den marinen Thonlagern. Dies war ja auch von vornherein zu erwarten, da man ja annehmen muss, dass das Material dieser Lager nicht nur aus bereits vorhandenen marinen Lagern stamme, sondern auch aus präquartären (namentlich Kreide-) Lagern, die sich dem Landeise bzw. den Eisbergen in den Weg stellten. Dagegen sind die in *p* und möglicherweise auch die in *o* gefundenen Formen als aus älteren Lagern *hinausgeschwemmt* zu betrachten. Die in diesen

Moränenablagerungen und theilweise auch in den »Hvitåbildningar« häufigsten präquartären Arten sind dieselben, die bereits aus ähnlichen südbaltischen Lagern nachgewiesen worden sind, nämlich *Textularia globulosa* und *Globigerina æquilateralis*, woneben einige andere wie *Bulimina* sp., *Globigerina bulloides*, *Rotalina Soldanii* u. a. m. ziemlich häufig vertreten sind.

Bemerkenswerth ist auch die Anwesenheit einiger zweifellos quartären Arten in dem untersten Lager (dem Geschiebemergel α), unter denen *Nonionina depressula* ziemlich häufig ist. Diese Thatsache gibt an die Hand, dass das Lager theilweise auf Kosten mariner Quartärlager, die älter als der Geschiebemergel waren, gebildet worden ist; nach dem Vorhandensein der nördlicheren Arten *Cassidulina crassa* und *Virgulina Schreibersiana* zu urtheilen hat es den Anschein, als ob diese Quartärlager ein etwas nördlicheres Gepräge als der eigentliche »Cyprinenthon« besessen hätten. Es muss nun die Frage aufgeworfen werden: hat man in diesem Moränenlager den Vertreter einer besonderen Vereisung zu erblicken, oder verdankt es gleich dem vorhin erwähnten, weniger mächtigen Moränenlager d (Profil 3, Detailprofil I) seine Entstehung einer Oscillation des Landeises oder der Einwirkung von Treibeis? Auf diese Frage hätte man eine bestimmte Antwort geben können, wenn die Mächtigkeit des Lagers näher bekannt gewesen wäre; die Ermittlung derselben stoss aber auf so grosse Schwierigkeiten, dass ich bei der knapp bemessenen Zeit, die mir zu Gebote stand, auf das Graben verzichten musste, nachdem ich ca einen Meter tief hinabgekommen war. Obwohl die Möglichkeit also nicht ausgeschlossen ist, dass *unter* dieser *vielleicht* wenig mehr als 1 Meter mächtigen Moräne ein sedimentäres, seiner Bildungszeit nach mit den weiter nach oben vorkommenden Lagern von »Cyprinenthon« ziemlich nahe übereinstimmendes Lager anstehe, obwohl es somit denkbar wäre, dass das Lager α zur Zeit einer Oscillation des Landeises entstanden sein könnte, kommt mir doch die Annahme wahrscheinlicher vor, dass man es hier mit einer der aus dem Profil, Fig. 3 beschriebenen, unteren mächtigen Moräne entsprechenden Bildung zu thun habe, und zwar deshalb, weil die Mächtigkeit des betreffenden Lagers nicht weniger als *mindestens* 1 Meter beträgt. Eine Foraminiferenfauna von ähnlichem Charakter ist übrigens aus der unteren, mächtigen Moräne auf Ristingeklint (MADSEN) und an anderen Stellen nachgewiesen worden, was jedenfalls nicht gegen die obige Vermuthung spricht.

Von den beiden anderen moränenähnlichen Lagern b und d ist wohl das erste als während einer »Oscillationszeit« des Landeises entstanden aufzufassen, da seine Mächtigkeit, 0.4 Meter, so bedeutend ist, dass es auf Schwierigkeiten stossen dürfte, die Bildung desselben nur auf die Einwirkung von Treibeis zurückzuführen. Einer solchen Einwirkung dürfte dagegen die nur 5 Cm. mächtige Schicht d ihr Dasein verdanken.

Das Profil 4 weist noch eine Eigenthümlichkeit auf, die darin besteht, dass der »Cyprinenthon« etwas weiter oben mit Sandschichten (f , h und l) wechsellagert, von denen h eine Mächtigkeit von bis zu 0.5 Meter hat, während f nur 1 Dm und l 2 Dm. misst. Sie scheinen alle makro-

skopischer Schalen zu ermangeln, weshalb auf eine nähere Untersuchung derselben verzichtet wurde. Wie diese sandigen Schichten gebildet worden, dürfte sich nicht leicht mit Sicherheit entscheiden lassen; wahrscheinlich lässt sich die Entstehung der Schicht *f* (mit kleineren Geschieben) zu einem *Treibeistransport* in Beziehung stellen, wogegen es mit Bezug auf die beiden übrigen, die aus feinem Sand bestehen, sich vermuthen liesse, dass sie aussergewöhnlich heftigen Stürmen und davon hervorgehenden starken Strömungen ihre Entstehung verdanken könnten, indem diese Strömungen den Sand nach den tieferen Stellen hinausgeführt hätten, wo sonst Sedimentation von Thon stattgefunden hätte?

Die oberen, meistens mit Grus untermischten Lager weisen hingegen wahrscheinlich auf eine negative Strandverschiebung hin, und das Nichtvorhandensein von, wie es scheint, primär eingebetteten Schalenresten — möglicherweise mit Ausnahme des Lagers *o* (mit Thon untermischter Sand) — erklärt sich vielleicht daraus, dass das Landeis, dem die überliegende, ca 5 Meter mächtige Moräne ihren Ursprung verdankt, im Heranrücken war. Wenn diese Vermuthung richtig ist, könnte man, wie früher hervorgehoben worden, diese Lager als eine Art »Hvitåbildningar« oder fluvioglaciale Lager, d. h. als in unmittelbarerem Anschluss an das wiederholte Vorrücken des Landeises entstanden betrachten.

Die meines Erachtens wahrscheinlichste Deutung des Profils 2 ist somit die folgende: nach dem Zurückweichen des »grossen Landeises«, dem die untere Moräne (*a*) ihr Dasein verdankt, fand eine Absetzung von »Cyprinenthon« statt; zu Anfang dieser Sedimentation trat indes eine Oscillation des Landeises ein, das sich wahrscheinlich gleich einer Zunge über das Gebiet hinaus erstreckte und das Moränenlager *b* hervorrief, darauf erfolgte abermals eine Bildung von »Cyprinenthon«, theilweise durch einen Treibeistransport unterbrochen, der die Entstehung der dünnen, geschiebemergelartigen Schicht *d* bewirkte; erst darauf vollzog sich die Absetzung des Thones ungestörter, bis sich Grus zu bilden anfang entweder dadurch, dass der Meeresgrund durch die negative Strandverschiebung der Meeresfläche näher gerückt wurde oder dadurch, dass das Landeis aufs Neue, wie dies die Anwesenheit der oberen Moräne darthut, vorrückte oder aus diesen beiden Ursachen zugleich. — Die temperirten oder borealen marinen Sedimente wären somit von *interglaciale*m Alter und zugleich während derselben Abschmelzungsphase wie die entsprechenden Lager des Profils 3 entstanden.

Dagegen haben sich keine Süsswasserbildungen im Profil 4 nachweisen lassen; und ebensowenig lässt sich aus den dortigen Verhältnissen schliessen, ob möglicherweise solche oder andere marine Lager als die genannten ursprünglich (über den grusigen Lagern) vorhanden gewesen und bei der späteren Vereisung zerstört worden sind.

Kekenis.

Wie bereits früher, Seite 53, bemerkt wurde, bot sich mir keine Gelegenheit dar, die Lagerungsverhältnisse auf Kekenis einer näheren Untersuchung zu unterziehen. Einige der Beobachtungen, die sich ohne vorangegangene Grabungen machen liessen, dürften indessen erwähnt zu werden verdienen, um so mehr als sie zur Aufklärung der Verhältnisse, die bereits von C. GOTTSCHÉ¹ beschrieben worden sind, und die später in der Frage nach dem Alter des »Cyprinenthon« eine recht bedeutende Rolle gespielt haben, einigermassen beitragen können. GOTTSCHÉ hat nämlich angenommen, dass der in der Nähe des Leuchthturms vorkommende »Cyprinenthon« (der ausser *Cyprina* auch *Corbula gibba* und *Nassa reticulata* enthält) direkt auf tertiärem, als hier anstehend anzusetzendem Glimmerthon ruhen sollte, während der »Cyprinenthon« von Geschiebemergel überlagert wird, welcher letzterer angeblich dem *unteren Geschiebemergelhorizont* angehören soll; daraus würde wieder folgen, dass der »Cyprinenthon« aus *präglacialer* Zeit stammen sollte. Auf diese Äusserung gestützt haben mehrere Forscher später nicht nur das hier in Rede stehende, sondern auch andere südbaltische »Cyprinenthon«-Vorkommnisse u. s. w. in die präglaciale Epoche verlegt.

In meiner Dissertation »Balt. hafvet I« (1892) bin ich dieser Frage etwas näher getreten und bin dabei zu dem Ergebnisse gelangt, dass keine hinreichenden Beweise für die genannte Ansicht erbracht worden sind, dass es im Gegentheil höchst wahrscheinlich ist, dass die betreffenden Lager aus *interglacialer* Zeit stammen.

Für die Richtigkeit dieser meiner Auffassung glaube ich in den 1892 an Ort und Stelle gemachten Beobachtungen eine Stütze erlangt zu haben. Das Wichtigste, was ich damals zu beobachten Gelegenheit hatte, soll hier kurz zur Sprache kommen.

In der oberen Hälfte der ziemlich steilen, 17—18 Meter hohen Uferterrasse südlich vom Leuchthurm finden sich grössere und kleinere Parteen von »Cyprinenthon« nebst Sand, die auf vielfache Weise in den in der Regel die Hauptmasse der Terrasse bildenden Geschiebemergel hineingeknetet sind. Irgend welche sichere Auskunft über das Alter des »Cyprinenthons« dürfte indessen hier schwerlich zu gewinnen sein. Weiter nach W liegen die Verhältnisse an mehreren Stellen klarer zu Tage und gewähren daher mehr Belehrung. So wurde westlich vom Leuchthurm in einem Gebiete, wo die Lager ziemlich ungestört zu liegen schienen, folgendes Profil beobachtet:

- a) (zu oberst, etwa 16 Meter über der Meeresfläche) *Geschiebemergel* etwa 3 Meter
 b) »*Cyprinenthon*« 3 » +.

Unterhalb des unteren, sichtbaren Theils des »Cyprinenthons« war die Wand bis zu einer Höhe von ein paar Meter durch Absturzmaterial

¹ Die Sedimentaer-Geschiebe d. Provinz Schleswig-Holstein. Yokohama 1883.

verdeckt, dann folgte aber geschichteter Sand von fluvioglacialem Charakter, der auf eine Vereisung vor der Bildung des »Cyprinenthons« hindeutet, weshalb dieser Thon *nicht als präglacial, sondern als interglacial* aufzufassen sein wird. Noch weiter nach W zu, wo der oberste Theil des Strandprofils eine Höhe von nur 5 bis 6 Meter ü. M. erreicht, wurde folgendes Profil notiert, welches mit Sicherheit beweist, dass *der »Cyprinenthon« unmittelbar auf Geschiebemergel ruht:*

- a) (zu oberst) *Fetter, bräunlicher Thon* ca 0.3 Meter
- b) *»Cyprinenthon«* 1.0 »
- c) *Geschiebemergel* 3.0 » +.

Hier darf *das interglaciale Alter des Cyprinenthons als sicher festgestellt gelten*, da die Lager anscheinend sich in fast ganz ungestörter Lage befanden. Der fette, wahrscheinlich fossilienfreie oder fossilienarme, braune Thon, der den »Cyprinenthon« überlagert, wurde auch an ein paar anderen Stellen bei Kekenis beobachtet und ist offenbar mit der von JOHNSTRUP aus mehreren Lokalen des SW-baltischen Gebietes nachgewiesenen Bildung »Flammet Ler«, die oft in Gesellschaft mit dem »Cyprinenthon« auftritt, auf die gleiche Linie zu stellen. Von einem ähnlichen, Foraminiferen-führenden Thon aus dem Dornbusch war oben S. 44 die Rede. Es ist wahrscheinlich, dass dieser charakteristische, bräunliche Thon in nahem Anschluss an das Vordringen und Zurückweichen des Landeises gebildet worden ist.

Der von mir auf Kekenis beobachtete »Cyprinenthon« stammt also mit Sicherheit theilweise *aus interglacialem Alter*. Dagegen gelang es mir nicht einen Cyprinenthon zu finden, von dem sich mit einiger Wahrscheinlichkeit annehmen liesse, dass er *präglacial* wäre.

In Gesellschaft des nachherigen Prof. VIGGO USSING und des Assistenten V. HINTZE aus Kopenhagen besuchte ich auf meiner Reise im Sommer 1892 die früher, namentlich durch JOHNSTRUP's verdienstvolle Untersuchungen, bekannten Fundorte des »Cyprinenthons« u. s. w. bei Ristinge Klint auf Langeland und Vejsnäs Nakke auf Ärö, worauf ich allein eine Untersuchung von Tranderup Klint auf der letztgenannten Insel vornahm. Im Jahre 1893 wurden die nämlichen Lokale von den dänischen Geologen V. MADSEN und AXEL JESSEN besucht; die Resultate ihrer Untersuchungen sind in der vorhin citierten Arbeit MADSEN's (Istidens Foraminiferer etc. 1895) veröffentlicht worden. Theils weil die eben erwähnte Arbeit die Veröffentlichung meiner Untersuchungen bis zu einem gewissen Grade als überflüssig erscheinen lässt, theils, und zwar vor allem, deshalb weil die Lagerungsverhältnisse an den genannten Lokalen sich im Allgemeinen als sehr verwickelt erwiesen und sich somit zu einer paläontologisch-stratigraphischen Untersuchung, wie sie meine Reise hauptsächlich bezweckte, wenig eigneten, habe ich auf eine nähere Bearbeitung des von mir aus diesen Lokalen eingesammelten Materials verzichten zu können geglaubt. Eine

Lagerserie, die indes ihrer verhältnismässig grossen Vollständigkeit wegen von besonderem Interesse zu sein schien, war die bei Ristinge vorhandene, die Bearbeitung derselben wurde aber, wie bereits erwähnt, Herrn FRITH. ANDERSSON überlassen.

Ich beschränke mich also darauf, von meinen Beobachtungen auf Ärö einiges mitzutheilen, was geeignet sein möchte, die einschlägigen Untersuchungen MADSEN's einigermaßen zu ergänzen.

Ärö.

Vejsnäs Nakke, an der Südspitze der Insel. Was zunächst die von MADSEN (a. a. O. Seite 47) mitgetheilte Skizze, Fig. 2, angeht, stellt diese offenbar ebendasselbe Profil dar, das ich in Gesellschaft von USSING und HINTZE untersuchte¹. Von besonderem Interesse ist es, dass hier sowie etwas weiter nach N 70° O (die Richtung des Profils ist in S 70° W — N 70° O) eine ca 2 Meter mächtige, *obere Moräne* diskordant auf den stark gestörten und verschobenen marinen Lagern vorkommt, die ohne Zweifel ursprünglich auf dem hier vorhandenen, mindestens 14 Meter mächtigen, unteren Geschiebemergel geruht haben und somit zu einer interglacialen Epoche, und zwar nach meinem Dafürhalten zu der jüngeren, zu stellen sind. Auch in diesem Profil finden sich im Anschluss an *Cyprina*-reichen Thon grosse Parteen von bräunlichem Thon (»Flammet Ler») nebst *Mytilus*-reichem Thon und Sandlagern. Im südwestlichen Theile des Profils wurde eine wenige Meter lange, breccienartige Partie zwischen dem hier vorkommenden »Cyprinenthon» und der »unteren Moränenwand» beobachtet.

Eine im Strandprofile südlich von dem Bauernhof »Skovbrink», etwas westlich vom vorigen Profil vorkommende Lagerungsfolge weist der Hauptsache nach folgendes allgemeine Aussehen auf, das übrigens zu den Angaben MADSEN's (a. a. O., Seite 171—172) ziemlich genau stimmt.

Zu *unterst*, in einer Höhe von 2 Meter über dem Meeresspiegel steht *Geschiebemergel* (a) an, und darauf folgt ein stellenweise bis zu etwa 2.5 Meter mächtiges Lager von *marinem Thon* (b), in dessen unterem Theile eine 1 Meter lange und ca 1 Dm. dicke, geschiebemergelartige Partie beobachtet wurde. — Im westlichen Theile des Profils findet sich ein etwa 0.3 Meter dickes Lager von *Sand* (c) mit *Schalen von Süsswassermollusken* und spärlichen Pflanzenresten, und dieses Lager wird seinerseits von einem etwas *thonigen und sandigen*, ca 5 Cm. dicken *Torflager* (d) mit *Moosresten, Samen, Pollen* u. s. w. überlagert. Hierauf folgt ein theilweise durch thonigen Sand ersetzt, 0.2 Meter mächtiges Lager von *bläulichem Süsswasserthon* (e) mit *Ostracoden*. Die Lager c, d und e sind theilweise stark gebogen.

¹ Da MADSEN ebensowenig hier wie an mehreren anderen Stellen seiner Arbeit für seine Profile einen Massstab angibt, mag erwähnt werden, dass dieses Profil, Fig. 2, eine grösste Höhe von ca 14 Meter erreicht.

Die in den genannten Lagern gefundenen fossilen Überreste sind nach einer vorläufigen Untersuchung die folgenden:

Das Lager b — mariner Thon — enthält zahlreiche, im Ganzen gut erhaltene, obwohl häufig fragmentarische Schalen von folgenden Fossilien:

Mollusken:

<i>Ostræa edulis</i> (ziemlich häufig)	<i>Corbula gibba</i> (sehr häufig, auch mit beiden Schalen)
<i>Cardium echinatum</i> » »	
<i>Cyprina islandica</i> (häufig)	<i>Nassa reticulata</i> (selten)
<i>Tellina</i> sp. (selten)	<i>Scalaria communis</i> (1 Ex.).

Weiterhin sind *Balaniden* (häufig), *Foraminiferen* (sehr häufig) und *Ostracoden* (selten) vertreten.

Der allgemeine Charakter der im Lager *b* gefundenen Fauna ist ausgeprägt *gemässigt*.

Das sandige Lager c enthält *Unio*-Fragmente nebst *Valvata piscinalis* MÜLL. und *Pisidien*. Es ist offenbar in süßem Wasser gebildet, was übrigens auch mit den folgenden 2 Lagern der Fall ist.

Im Torflager d sind folgende Fossilien gefunden worden:

Höhere Pflanzen:

Potamogeton sp. — 3 Steinkerne von 1 oder möglicherweise 2 Arten.

Hippuris vulgaris L. — 1 Frucht.

Batrachium sp. — Ca 10 Früchtchen.

Myriophyllum sp., dem *M. alterniflorum* am nächsten stehend. 1 Theilfrucht.

Eine *Umbellifer*. Holzfragmente u. s. w.

Die **Moose** sind durch folgende 3 *Amblystegium*-Arten vertreten:

A. Richardsoni (MITT.) LINDB. — Häufig in N-Schweden, gegen S bis Småland.

» *Kneiffii* BR. EUR. — Europa, Grönland u. s. w.

» *scorpioides* (L.) LINDB. — Europa.

Der allgemeine Charakter der Flora stimmt nach Dr. ANDERSSON wahrscheinlich ungefähr mit derjenigen der »*Birken-Zone*» überein.

Im Lager *d* sind ausserdem zahlreiche *Kieselnadeln* von *Spongien* sowie folgende *Diatomeen* gefunden worden:

Epithemia turgida KÜTZ.

Eunotia Eruca Var. *sibirica* CL. — »Bisher nur in der Mündung vom Jenissei gefunden» (CLEVE).

Pinnularia cardinalis EHB.

» *hemiptera* KÜTZ.

» *streptoraphe* Var. *minor* CL.

Sie leben sämtlich in Süßwasser, *Epithemia* auch in Brack- und Salzwasser. Aus der Diatomeenflora lässt sich in Bezug auf die klimatischen Verhältnisse zur Zeit der Entstehung des Lagers mit Sicherheit nur so viel entnehmen, dass es nicht unter arktischen oder ausgeprägt nördlichen Bedingungen gebildet worden ist.

Das Lager e — *Süßwasserthon*. In diesem Lager sind folgende, in süßem Wasser lebende *Ostracoden* gefunden worden:

		Heutige Ausbreitung:
<i>Limnocythere sancti-patricii</i> BRADY & ROBERTSON	— 8 Ex.	Britanien, S-Norwegen, Schweden, Schweiz (bis 566 M. Meereshöhe, im Brienzer See).
? » <i>inopinata</i> BAIRD . . .	— 2 Ex.	
<i>Cytheridea lacustris</i> (SARS)	— 3 Ex.	Schweden (in d. Mälar See), Nor- wegen, Britanien, Schweiz.
<i>Ilyocypris Bradyi</i> (SARS)	— 8 Ex.	S-Norwegen, Britanien.
<i>Candona lactea</i> BAIRD	— 4 Ex.	Holland, Britanien, SW-Frankreich.

Das oben beschriebene Profil weist somit ein auf Moräne ruhendes, marines Lager mit temperierter Fauna auf, und dieses Lager wird seinerseits von supramarinen Süßwasserbildungen mit einer Fauna und Flora überlagert, die man ebenfalls als temperiert bezeichnen kann. Es ist möglich, dass das unterste Glied dieser supramarinen Serie ein Äquivalent des an anderen Stellen zwischen marinen Lagern angetroffenen Süßwasserlagers sei, obwohl sich diese Frage nicht mit Sicherheit hat entscheiden lassen. Dagegen ist es klar, dass das Torflager (*d*) in dem angesetzten baltischen Binnensee nicht gebildet worden ist; das gleiche gilt wahrscheinlich auch vom Lager *e*.

Die fossilienführenden Lager sind aller Wahrscheinlichkeit nach in die jüngere interglaciale Epoche zu verlegen.

Tranderup Klint.

Aus dem Klint NW von »Tranderup Dal«, SW von Lykkeshøj, erwähnt MADSEN ein Profil von folgendem Aussehen (a. a. O., S. 47):

»Gulligt Moræneler.
Diluvialsand.
Cyprinaler.
Tyndt Gruslag.
Blaaligt Moræneler.»

und hebt hervor, dass sich diese Lagerungsweise eine Strecke von etwa 60 Meter »mit beinahe wagerechten Grenzen« habe verfolgen lassen. Er

führt ferner aus dem dortigen »Cyprinenthon» verschiedene Foraminiferen an, unter denen die für diese Bildung im Allgemeinen besonders charakteristischen Arten in der Regel am stärksten vertreten sind, und ausserdem einige *Mollusken*, *Balanus* sp. und *Ostracoden*. Da MADSEN auch in Bezug auf dieses für die Frage nach dem interglacialen Alter des »Cyprinenthons» offenbar sehr wichtige Profil keine Angaben über die Mächtigkeit der Lager bringt, und da ich die von mir im Jahre 1892 offenbar über dasselbe Profil angestellten Untersuchungen auch in ein paar anderen Beziehungen für geeignet halte seine Beobachtungen zu ergänzen, so mögen hier einige Bemerkungen Platz finden.

Das von mir untersuchte Profil hatte im Grossen und Ganzen folgendes Aussehen:

- a) (zu oberst) *Verwitterter, gelbgrauer Geschiebemergel* . . 3—4 Met.
- b) *Geschichteter Sand*, stellenweise mit dünnen, thonigen Schichten 7—8 »
- c) *Verwitterter Thon*, oben mit Sandschichten (Lokale Ausbildung?) 3—4 »
- d) *Verwitterter »Cyprinenthon»*, an ein paar verschiedenen Stellen beobachtet 0.5—1 »
- e) *Gruslager* (lokal) Ca 0.1—0.2 »
- f) *Grüngrauer Geschiebemergel* (unverwittert) 7—10 » +

Das Profil liess sich — der Hauptsache nach mit dem obenstehenden Aussehen — eine Strecke von etwa 170 Meter vom Bache in Tranderups Dal aus nach NNW am Ufer entlang verfolgen. Zu äusserst im NNW wird die Lagerungsfolge durch eine recht bedeutende Senkung unterbrochen, die offenbar nach der Bildung der jüngeren Moräne entstanden ist — eine Erscheinung, die übrigens auch an anderen Stellen, z. B. NO von dem zuerst besprochenen Profil bei Vejsnäs Nakke beobachtet worden ist — und die von grossem Interesse ist, insofern sie einen Beweis für die Thatsache liefert, dass in späterer Zeit lokale Einstürze von etwas grösserem Umfang stattgefunden haben. Quartäre Fossilien sind nur im Lager d, »Cyprinenthon» aus einer dem nordwestlichen Theile des Profils entnommenen Probe gefunden worden und bestehen aus: *Cyprina islandica* (vorwiegend durch Epidermis-Fragmente vertreten) und Fragmenten von *Mytilus edulis*, *Nucula* sp. und *Corbula* (?); ferner wurden angetroffen *Polystomella striatopunctata*, *Rotalina Beccarii* und *Diatomeen*, die in der untenstehenden Tabelle unter der Rubrik d angeführt sind. Die unter der zweiten Rubrik x aufgezählten Arten stammen aus einer Thonprobe ohne bestimmbare Molluskenschalen, die etwas SSO von der vorigen Probe und ziemlich auf demselben Niveau oder doch nur unbedeutend höher als diese eingesammelt wurde.

		Ärö, Tranderup.	
		d	x
I:			
<i>Actinoptychus splendens</i> SHADB.	S.	+	—
» <i>undulatus</i> EHB.	S.	+	s
<i>Auliscus sculptus</i> W. SM.	S.	+	—
<i>Coscinodiscus radiatus</i> EHB.	w.	+	—
<i>Melosira Westii</i> W. SM.	S?	—	s
<i>Paralia sulcata</i> EHB.	w.	h	s
<i>Triceratium Favus</i> EHB.	S.	+	s
I—III:			
<i>Hyalodiscus scoticus</i> KÜTZ.	w.	+	—
I—IV:			
<i>Diploneis Smithii</i> BRÉB.	w.	—	+
I—V:			
<i>Amphora ovalis</i> Var. <i>affinis</i> KÜTZ.	w.	—	+
IV—V:			
<i>Navicula scutelloides</i> W. SM.	w?	—	+
V:			
<i>Fragilaria construens</i> EHB.	w?	—	h
<i>Melosira granulata</i> EHB.	w?	—	h
<i>Stephanodiscus astræa</i> Var. <i>minuta</i> KÜTZ. . . .	S?	—	+

Wie aus den oben mitgetheilten Fossilienlisten erhellt, ist die Probe *d* ein wirklicher *mariner Thon* (»Cyprinenthon»), gebildet in Wasser von einem Salzgehalt, der mindestens ebenso gross gewesen sein muss wie der heutige des nördlichen Öresund — dies nach dem allgemeinen Charakter der Diatomeenflora zu urtheilen. — Dagegen beweist die Flora der Probe *x*, dass im Anschluss an den marinen Thon auch ein anderer Thon vorkommt, der theils in Brackwasser, theils in Süsswasser gebildet zu sein scheint. Was die in *x* sehr *spärlich* vorkommenden I-Arten hingegen anlangt, wird man annehmen dürfen, dass sie ins Lager sekundär hineingekommen sind.

Es liegt wohl auf der Hand, dass der »Cyprinenthon» — der übrigens im Strandprofile SSO von Tranderups Dal in bedeutend grösserer Mächtigkeit, obwohl in sehr gestörten Lagern, zu Tage liegt — im obenstehenden Profil denudirt worden ist; diese Denudation hat möglicherweise

mit dem späteren Vorrücken des Landeises im Zusammenhang gestanden. Die relativ einfachen und regelmässigen Verhältnisse, unter denen nicht nur diese obere Moräne, sondern auch die übrigen hier vorhandenen Lager auftreten, scheinen zu einem bestimmteren Urtheil über die Entstehung dieser Lager zu berechtigen. Ich halte also dafür, dass die untere, unverwitterte, relativ mächtige Geschiebemergelbank die grosse oder zweite Vereisung vertritt, dass die darauf folgenden fossilienführenden Lager mit ihrem gemässigten Charakter während einer wirklichen interglacialen Epoche — meiner Ansicht nach während der zweiten oder jüngeren — entstanden sind, und dass in der oberen, wenig mächtigen Moräne ein Vertreter der letzten Vereisung — des »jüngeren baltischen Eisstromes« — vorliegt, bei deren Vorrücken die unterliegenden, fossilienfreien, sandigen, geschichteten Lager als eine Art »Hvitåbildningar« oder fluvioglaciale Sedimente abgesetzt worden.

Rögle Klint, Fünen.

Am Kleinen Belt, etwa 1.5 Km. östlich von Stribs Leuchtturm findet sich ein prächtiges, 20 Meter hohes Strandprofil, das geschichtete, vorwiegend sandige und kiesige Lager zwischen zwei Moränen aufweist. Diese Lagerungsweise, die ich im Jahre 1892 etwas näher untersuchen konnte, zeigt in ihren klaren und deutlichen Verhältnissen eine auffallende Übereinstimmung mit der oben besprochenen aus Tranderups Klint und verdient daher eine eingehendere Besprechung. Auf dieses Profil habe ich bereits bei einer früheren Gelegenheit, allerdings nur beiläufig, aufmerksam gemacht, da nämlich wo ich von der auf Erosion durch Gletscherflüsse im nächsten Anschluss an das Abschmelzen des »jüngeren baltischen Eisstromes« zurückzuführenden Bildung des Kleinen Belts handelte¹. Später hat MADSEN [Istidens Foraminiferer (1895) S. 169—170] es erwähnt — mit Angabe der Mächtigkeit der verschiedenen Lager — und daselbst über die Fossilien berichtet, die er in den dortigen Kieslagern gefunden. Seine Angaben stimmen mit den Ergebnissen meiner Untersuchungen im Wesentlichen überein. Während aber MADSEN die geschichteten Lager des Profils für »Hvitåbildningar« ansieht [a. a. O. S. 169 und G. F. F., Bd. 18 (1896), Seite 549—550], bin ich der Ansicht, dass sie theilweise wirkliche marine Ablagerungen sind [G. F. F. Bd. 18, S. 240 und Bd. 19 (1897), S. 115], eine Auffassung, deren Wahrscheinlichkeit ich im Folgenden nachzuweisen versuchen werde.

Das ungefähre Aussehen des Strandprofils — innerhalb einer zusammenhängenden Strecke von nicht weniger als circa 260 Meter — zeigt die untenstehende Figur 4.

¹ MUNTHE: Über d. sogenannte "Undre grålera" etc. Bull. Geol. Inst. Upsala, No. 2, Vol. I, 1893, Seite 130, Fussnote 2.

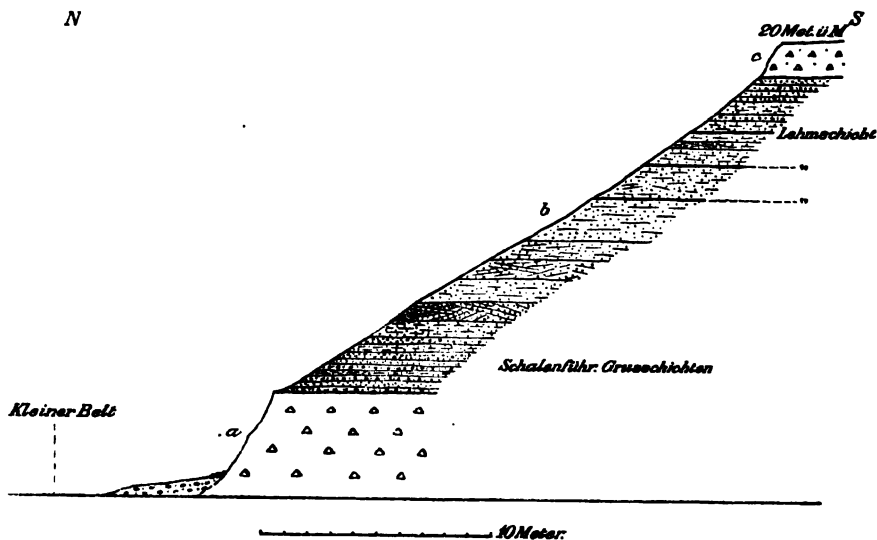


Fig. 4. Profil am Kleinen Belt, 1.5 Km. O von Ströms Leuchtturm.

Zu unterst steht ein *unverwitterter, typischer, mindestens 4.5 Meter mächtiger Geschiebemergel* an (a), dessen obere, fast horizontale Fläche sich nach ONO viel weiter als über die ganze Länge des hier in Rede stehenden Profils hinaus verfolgen lässt, indem sie von weitem den Eindruck einer Uferterrasse im Strandprofile macht¹. Unmittelbar auf dieser unteren Moräne ruhen *etwa 2 Meter mächtige, kiesige und sandige schalenführende Lager*, die gut geschichtet sind und zuweilen diskordante Schichtung aufweisen; darauf folgen sandige, geschichtete Lager, weiter nach oben zu mit 3 dünnen Thonrändern und zu oberst mit kiesigen, dünnen Lagern. Auf den erwähnten sedimentären Lagern (b) ruht eine *1—2 Meter mächtige Decke von verwittertem und zum Theil entkalktem Geschiebemergel* (c)². Die ganze zugängliche Serie besitzt eine Mächtigkeit von etwa 20 Meter.

Es scheint nur das unterste, etwa 2 Meter mächtige, kiesige Lager zu sein, das Schalen von quartären Mollusken und Foraminiferen enthält — daneben finden sich, obwohl in geringerer Menge, tertiäre Fossilien. Beim

¹ Unter den Geschieben, die ich direkt aus diesem Geschiebemergel einsammelte, verdienen die folgenden, die einen Transport vom baltischen Gebiete her erweisen, besonders namhaft gemacht zu werden: braunrother, postarkaischer Granit aus Åland (oder Ängermanland?) — 2 Stück; Bredvads-Porphyr (1); rothbraune, untersilurische Kalksteine, die nach Herrn Doc. C. WIMAN zu dem *Limbata*-Typus gehören [vgl. WIMAN: Bull. Geol. Instit., Upsala I, 1 (1892), S. 71] und entweder aus Jemtland, dem Bottnischen Meerbusen oder Öland herrühren — 6 Stück; ausserdem 2 Blöcke, vielleicht von *Planilimbata*-Kalk; übrigens wurden einige Blöcke von grauem, silurischem Kalkstein gefunden, von denen einige wahrscheinlich baltisch sind, andere vermuthlich aus Schonen stammen; von Feuersteinen fanden sich mehrere Blöcke, unter denen der weissgefleckte Feuerstein des nördlichen Schonen nicht vertreten war.

² Unter den in dieser oberen Moränenbank gefundenen Geschieben verdienen die folgenden baltischen bemerkt zu werden: braunrothe, postarkaische Granite aus Åland oder Ängermanland (7 Stück, ein 11 Cm. im Durchmesser).

Schlämmen der Kieslager hat MADSEN, ausser den von mir angetroffenen, verschiedene Arten von Foraminiferen gefunden, die jedoch zum grösseren Theil von präquartärem Alter zu sein scheinen. Er gibt zwei Arten als aus Senon und eine als aus Tertiär herstammend an. Die quartäre Molluskenfauna hat folgendes Aussehen:

- *¹ *Ostræa edulis* L. (S.) Einige kleine Exemplare.
- ? *Anomia* sp. Ein paar Schalenhälften.
- * *Mytilus edulis* L. (w.) Einige kleinere Fragmente.
- * *Cardium edule* L. (w.) Nicht selten, auch wenig beschädigte Schalenhälften.
- * *Tapes aureus* GM. (S.) Einige Fragmente.
- ? *Syndosmya alba* MÜLL. (S.) Ein Fragment, wahrscheinlich zu dieser Art gehörig.
- Saxicava rugosa* L. (w.) Eine kleine Schale.
- * *Nassa reticulata* L. (S.) Ziemlich häufig; auch ganze Schalen.
- Cerithium reticulatum* DA C. (S.) Spärlich; wenig beschädigte Exemplare.
- Hydrobia ulvæ* PENN. (w.) Ein etwas beschädigtes Exemplar.
- Rissoa* sp. Ein beschädigtes Exemplar.
- Turritella terebra* L. (S.) Ein etwas beschädigtes Exemplar.

Von *Cyprina islandica*, die ebenfalls von MADSEN verzeichnet wird, habe ich keine sichere Spuren gefunden. Dagegen finden sich meistens fragmentarische Schalen von anderen, nicht bestimmbarcn Mollusken.

An quartären Foraminiferen enthielten meine Proben folgende 3 Arten:

- Rotalina Beccarii* Einige Exemplare.
- * *Polystomella striatopunctata* Ein Exemplar.
- * *Nonionina depressula* Einige Exemplare.

In den übrigen Lagern scheinen keine makroskopischen quartären Fossilien vorhanden zu sein. Bei der Untersuchung, der ich die im oberen Theile des Profils vorkommenden drei thonigen Schichten unterzogen habe, sind dagegen eine Anzahl Foraminiferen gefunden worden; da jedoch die Mehrzahl derselben aus älteren Lagern zu stammen und somit sekundär eingelagert zu sein scheinen, kann ich sie hier unberücksichtigt lassen.

Wie bereits früher betont wurde, halte ich im Gegensatz zu MADSEN dafür, dass die unteren, kiesigen Lager, die quartäre Fossilien führen, wirkliche marine Bildungen sind, und führe zur Begründung dieser meiner Ansicht hauptsächlich die Thatsache ins Feld, dass namentlich ein paar in den Litoralbildungen im Allgemeinen häufige Arten hier ziemlich zahlreich vertreten sind, und zwar in ganzen (*Nassa*) oder doch wenig beschädigten Exemplaren (*Cardium*). Die Zusammensetzung der Fauna ist übrigens eine derartige, dass sie sich mit der Ansicht, dass die Schalen in den kiesigen Lagern primär eingebettet seien, recht gut in Einklang bringen lässt.

¹ Die mit * bezeichneten Arten sind bereits von MADSEN (a. a. O.) angeführt.

Ich halte es daher für wahrscheinlich, dass hier eine Strand- oder Seichtwasser-Ablagerung mit einer wenigstens der Hauptsache nach primär eingelagerten quartären Mollusken- und Foraminiferenfauna von gemässigtem Charakter — »Nordsee-Fauna« — vorliegt; ferner bin ich der Ansicht, dass die Entstehung des unteren, *mindestens* 4 bis 5 Meter mächtigen Geschiebemergels in die Zeit der grossen (= zweiten) Vereisung fällt, und dass die obere, verhältnismässig unbedeutend mächtige Geschiebedecke zur Zeit der letzten (= dritten) Vereisung (des »jüngeren baltischen Eisstromes«) gebildet worden ist. Die unteren, fossilienführenden, kiesigen Lager verlege ich somit in die zweite oder jüngere interglaciale Epoche, wogegen die überliegenden, vorwiegend sandigen Lager in näherem Anschluss an das Vorrücken des »jüngeren baltischen Eisstromes« abgesetzt worden sein dürften, welcher Eisstrom nachweislich über die betreffende Gegend dahingeschritten ist.

Es verdient ferner erwähnt zu werden, dass beim Schlämmen einer aus der *unteren Moräne* entnommenen Probe folgende *Foraminiferen* gewonnen wurden:

Quartäre Arten: *Rotalina Beccarii*, *Nonionina depressula* (beide ziemlich häufig) und *Polystomella striatopunctata* (häufig).

Präquartäre » : *Textularia globulosa* (+), *T. sp.* (s.), *Bulimina sp.* (+), »*Tritaxia minuta*« (s), *Uvigerina sp.* (+), *Pullenia quinqueloca* (s), *Rotalina Soldanii* (s), *Globigerina bulloides* (s), *G. æquilateralis* (+) u. a. m.

Tarbek (Holstein).

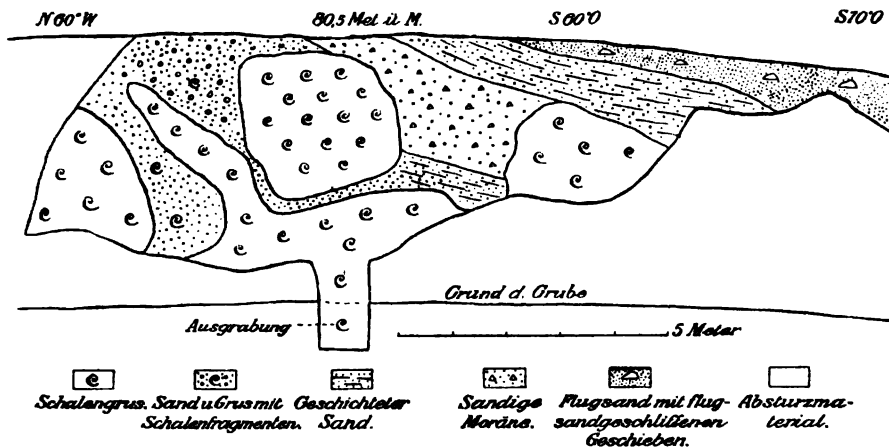
Von diesem Fundort ist bereits so oft in der Literatur gehandelt worden, dass es vielleicht überflüssig erscheinen könnte, ihn hier wieder zur Sprache zu bringen; da aber das Profil, das bei meinem Besuch daselbst im Jahre 1892 entblösst zu Tage lag, nicht ohne Interesse zu sein scheint, und da es mir gelungen ist, beim Schlämmen einiger der damals von mir eingesammelten Proben verschiedene aus dem betreffenden Fundort bisher nicht verzeichnete Fossilien zu finden, habe ich es für zweckmässig erachtet, eine kurze Besprechung desselben hier folgen zu lassen.

Das untenstehende Profil, Fig. 5, stammt aus der *Sand-* u. *Kiesgrube* her, die sich 100 Meter S bis O von dem höchsten, aus Flugsand mit hübschen, flugsandgeschliffenen Geschieben bestehenden Theile des *Grimmels Berg* findet, welcher 83.0 Meter über dem Meeresspiegel gelegen ist. Nach der Abwegung liegt der oberste Theil des Profils 80.5 Meter ü. M.

Wie aus der Figur ersichtlich ist, besteht der *untere* Theil des Profils aus *Schalengrus* (Grus und Sand mit zahlreichen *Ostræa*-Schalen etc.), der offenbar einer mechanisch wirkenden Kraft ausgesetzt gewesen; infolge dessen sind Particen von dessen oberen Theilen verschoben und theilweise isoliert und mit theils sandigen und theils grusigen Schichten mit spärlichen Schalenresten untermischt worden, vgl. das Profil, links.

Die Erklärung dieser Störungen hat man im Vorhandensein des in der Mitte des Profils befindlichen moräneartigen, aber stark sandigen Lagers zu suchen, das an die Hand gibt, dass ein Landeis über die damals offenbar bereits fertiggebildete Schalengrusbank dahingeschritten ist. Auf dem moräneartigen Lager und auf Schalengrus ruht diskordant ein 1—1.3 Meter mächtiges Lager von *geschichtetem Sand*, und dieses wird seinerseits von *Flugsand* mit flugsandgeschliffenen Steinen überlagert¹.

Was den Schalengrus betrifft, hat man ihn theils als eine *Austernbank* (MEYN), theils als eine *Mytilus-Bank* (BEYRICH) aufgefasst. Es hat danach den Anschein, als ob gewisse Parteen des Schalengruses an der einen Art, andere hingegen an der anderen reicher wären. Bei meinem Besuch im Jahre 1892 fand ich nämlich *Ostræa* vorherrschend, im Jahre



Profil, Fig. 5. 100 M. S bis O vom Gipfel des Grimmels Berg, Tarbek.

darauf aber, wo das Lokal von MADSEN, GOTTSCHKE und JESSEN besucht wurde, scheint in dem *damals* vorliegenden Profile *Mytilus* vorherrschend gewesen zu sein (MADSEN, Istdens Foram. S. 68).

Ausser *Ostræa* und Fragmenten von *Mytilus* (und *Modiola modiolus* L.?) ist *Buccinum undatum* ziemlich allgemein vertreten, und diese 3 (4?) Arten machen die Hauptmasse der im Schalengrus enthaltenen Schalen aus.

Die oben angedeuteten, im Schalengruse gefundenen Fossilien, die nicht bereits aus diesem Fundort verzeichnet worden, sind:

Odostomia sp.? Ein paar Exemplare.

Parthenia interstincta MONT (S.) Ein paar Exemplare. Geht nach PETERSEN (a. a. O.) bis in das südliche Kattegat hinein.

¹ Letztere wiesen im Allgemeinen nicht drei, sondern bloss eine ausgeprägte Kante auf, waren mithin nicht "Dreikanter", sondern was man besser "Einkanter" nennen könnte. — Unter ihnen fanden sich solche von *Quarzit* und *Quarzitsandstein* — meist helle Varietäten — zahlreich; weiterhin mehrere baltische Blöcke wie *Rapakivi-Granite* aus Åland oder Ångermanland (nicht selten), *Quarsporphyr* aus Åland (1 Stück), "Päskallavik"-Porphyr (2 Stück) "Bredvads"-Porphyr (1 Stück).

Parthenia spiralis MONT (w.) Einige Exemplare; dieselbe Bemerkung wie bei der vorigen Art.

Hydrobia ulva PENN. (w.) Ein Exemplar.

?*Margarita helicina* FABR. (N.) Einige Exemplare, die ziemlich genau mit SARS' Abbildungen von *jungen Exemplaren* derselben Art übereinstimmen (Vgl. SARS a. a. O., Tab. 21, Fig. 3 a, 3 b). Die Art kommt in der Nordsee und im Skagerrack vor, fehlt aber weiter nach innen zu, wie im Kattegat.

Balanus balanoides L. (N.) Spärlich.

Verruca sp. Spärlich.

Echinid-Stacheln Spärlich.

In meinen Proben ist *Rotalina Beccarii* die häufigste unter den *Foraminiferen*; dagegen ist *Nonionina depressula*, die in MADSEN's Proben häufig ist, in den meinigen spärlich vertreten, was auch mit *Polystomella striatopunctata* der Fall ist.

Das grösste von mir gefundene Exemplar von *Ostræa edulis* ist 80 Mm. im grössten Durchmesser, während die grössten jetzt lebenden Exemplare, die in der Nähe von der schleswig-holsteinischen Küste angetroffen werden, eine Länge von 95 bis 100 Mm. erreichen, was jedoch selten vorkommt¹.

Das Vorhandensein von *Ostræa edulis* beweist, dass der Schalengruss unter Salzgehalts- und Temperaturbedingungen gebildet worden ist, die mindestens ebenso günstig gewesen sein müssen, wie die heutigen im nördlichen Kattegat, wo die Art ihr innerstes Vorkommen nach dem Baltischen Meere zu hat. Alle übrigen im Schalengruss bei Tarbek gefundenen Arten — mit Ausnahme von der *Margarita* (?) — gehen weiter, die Mehrzahl von ihnen bis in den südwestlichen Theil der Ostsee hinein.

Über das *Alter* des Schalengrusses bei Tarbek scheinen die Ansichten nicht sehr auseinander zu gehen; im Allgemeinen hält man ihn für *interglacial*. Wovon er unterlagert wird, ist allerdings noch nicht bekannt, aber nach dem nicht selten verhältnismässig guten Erhaltungszustande auch der grösseren Schalen (*Ostræa*, *Buccinum* u. s. w.) in dem oberen, zugänglichen Theile der Lagerserie zu urtheilen, hat es den Anschein, als ob das Landeis, das — wie die Moräne beweist — über die betreffende Gegend dahingeschritten ist, von keiner grösseren Bedeutung wäre. Es scheint mir daher wahrscheinlich, dass dieses Landeis der »jüngere baltische Eisstrom« gewesen sei, der, wie KEILHACK neuerdings hervorgehoben hat, sich über den grossen norddeutschen Endmoränenzug und daher wohl auch bis über die Tarbekgegend hinaus erstreckt hat. Der Tarbeker Schalengruss wäre also nach meinem Dafürhalten während der *zweiten* oder *jüngeren interglacialen Epoche* gebildet worden, und zwar wie eine *Austern- und Mytilus-Bank mit temperierter Fauna*, die sehr gut gleichzeitig mit dem in

¹ K. MöBRUS: Über d. Thiere der schleswig-holsteinischen Austernbänke — —. Sitzungsber. d. K. Pr. Akad. d. Wissenschaften zu Berlin, 1893, VIII, S. 18 (Separat).

tieferem Wasser gebildeten, temperierten »Cyprinethon« im südbaltischen Gebiete entstanden sein könnte. Der überliegende, bis zu ¹/₂ Meter grosse Geschiebe enthaltende Flugsand dürfte am richtigsten als ein *Residuum der oberen Moräne* betrachtet werden können, wogegen ein Theil der Blöcke möglicherweise mit Eisbergen hiehergekommen ist. Dass die Blöcke im Zusammenhang mit einer Vereisung hiehergekommen sind, geht übrigens unzweideutig daraus hervor, dass sich einige von ihnen auf dem nicht flugsandgeschliffenen Theile als geschrammt erwiesen.

Etwa 200 Meter SO von der oben erwähnten Schalengrusgrube findet sich eine Thongrube, in welcher ein *theilweise gut geschichteter, feiner Thon* stellenweise mit dünnen Sandbelegungen an den Schichtflächen beobachtet wurde. Der Thon, der stellenweise Faltungen und Störungen aufwies, hatte eine sichtbare Mächtigkeit von 7 Meter und wurde von einem *geschichteten, thonigen Sand überlagert*, den seinerseits ein ein paar Meter mächtiger *Flugsand mit flugsandgeschliffenen Geschieben* überlagerte. Fossilien sind nur im Thon gefunden. Sie sind aber für gewöhnlich selten, weshalb nur eine aus der Mitte des Profils eingesammelte Probe auf solche näher untersucht worden ist. An *makroskopischen* Fossilien, die in der Probe äusserst selten waren, wurden nur einige kleinere Exemplare von *Mytilus edulis* gefunden. Dagegen wurden stellenweise *Ostracoden* wahrgenommen, woneben bei der später vorgenommenen Schlammung des Thones *Foraminiferen*, *Kieselnadeln* von *Spongien* und *Diatomeen* erhalten wurden.

Die *Ostracoden* haben sich aber infolge ihres fragmentarischen Zustandes nicht bestimmen lassen. Die *Foraminiferen* hingegen sind vertreten durch:

1. **Quartäre Formen:** *Nonionina depressula* (häufig). *Polystomella striatopunctata* (ziemlich häufig).
2. **Präquartäre Exemplare:** *Textularia globulosa* EHB. (sehr häufig). *Globularia aequilateralis* BRADY (ziemlich häufig) u. a. m.

Die Diatomeen gehören den folgenden Arten an, die alle z. B. aus Burg bekannt sind. (Vgl. d. Tabelle S. 96—98.)

I-Arten: *Cerataulus turgidus*, *Paralia sulcata* und *Tricraterium diluvianum*, sämtlich selten und fragmentarisch und deshalb wahrscheinlich als *sekundär eingeschwämmt* zu betrachten. Dasselbe gilt auch von der I—II-Art, *Rhabdonema arcuatum*.

I—III: *Navicula humerosa* (ziemlich häufig).

I—IV: *Diploneis interrupta* (» »).

I—V: *Epithemia turgida* (» »).

II—IV: *Campylodiscus Echineis* (häufig).

Das häufige Vorkommen des nur in Brackwasser lebenden *Campylodiscus Echineis* beweist, dass der Thon in Wasser mit einem Salzgehalt von *höchstens* etwa 1.25 ‰ gebildet worden ist, und keine von den übrigen

hier gefundenen Arten (ich sehe dabei von den wahrscheinlich sekundär eingelagerten »salzigeren« Diatomeen ab) steht damit in Widerspruch.

Dieses Vorhandensein einer Brackwasserablagerung, und zwar eines Thones, in verhältnismässig offener Lage und in bedeutender Höhe über dem Meeresspiegel erscheint ziemlich eigenthümlich und lässt sich wohl nur durch die Annahme erklären, dass die topographischen Verhältnisse früher wesentlich anders gewesen seien als heutzutage und somit das Vorkommen einer alten Brackwasserbucht in dieser Gegend gestattet hätten.

Nach Abwegung liegt die Oberfläche des Thonlagers hier 13.5 Meter niedriger als der Gipfel des Grimmels Berg (83.0 M. ü. M.), d. h. 69.5 Meter über dem Meeresspiegel und 11 Meter niedriger als die Oberfläche des vorhin erwähnten Profils, Fig. 5. Ob der Schalengrus des letztgenannten Profils direkt auf der Fortsetzung dieses Thones nach dem Inneren des Hügels zu ruht, konnte ich in Ermangelung eines hinreichend langen Bohrers nicht entscheiden; es scheint aber nicht unwahrscheinlich, dass dem so ist. Auch dieser Thon gehört nämlich wahrscheinlich zu der jüngeren interglacialen Epoche.

Ob dieser Thon mit dem von MADSEN (a. a. O., S. 69—70) erwähnten »Diluvialthone« aus Tarbek identisch ist, kann ich nicht entscheiden, da noch eine (von mir nicht untersuchte) Thongrube etwas südlich von dem von mir besprochenen Fundort vorhanden ist.

Fahrenkrug (Holstein).

Mit Bezug auf diesen etwa 10 Kilometer SW von Tarbek gelegenen und in der Literatur ebenfalls vielfach besprochenen Fundort habe ich zu den Ausführungen MADSEN's (a. a. O., S. 70) über die dortigen Lagerungsverhältnisse nichts wesentliches hinzuzufügen, zumal da die fossilienführenden Thonlager einer Untersuchung wenig zugänglich waren. Auch ich beobachtete eine deutliche, verwitterte, 1—2 Meter mächtige Moräne auf geschichteten, theilweise etwas grusgemischten Sandlagern, die ihrerseits offenbar den hier vorkommenden, an Fossilien reichen Thon mit *Ostræa edulis* u. s. w. überlagerten. Aller Wahrscheinlichkeit nach ist auch die hier vorliegende Moräne in die jüngste glaciale und die unterliegenden fossilienführenden Lager mit ihrer meistens gemässigten Fauna in die jüngere interglaciale Epoche zu verlegen. Unter den in der Moräne gefundenen baltischen Geschieben befanden sich zwei Stück von Rapakiwigranit aus Åland oder Ångermanland.

Blankenese (Holstein).

Auch hinsichtlich dieses etwas westlich von Hamburg gelegenen Lokales habe ich zu der MADSEN'schen, hauptsächlich auf die Angaben von GOTTSCHKE sich stützenden Darstellung (a. a. O., S. 72) nichts wesentliches nachzutragen. Zu bemerken ist jedoch, dass ich in dem auf dem schalenführenden, anscheinend faunistisch sehr einartigen Lager (mit *Ostræa*

edulis u. s. w.) ruhenden *grusgemischten Sand* eine etwa 1.5 Meter lange und ein paar Dm. dicke Partie *einer thonigen, Moräne-ähnlichen Bildung* beobachtete. Es dürfte schwer zu entscheiden sein, ob hier ursprünglich eine wirkliche Moräne auf den, soweit ich finden konnte, ziemlich ungestörten, fossilienführenden Lagern vorhanden gewesen sei, es scheint aber auf jeden Fall offenbar zu sein, dass die Menge Geschiebe, die in den sandigen, den Schalengrus überlagernden Schichten (»Geschiebesand«) eingelagert ist, zum nicht geringen Theil *durch Vermittelung des Eises* hierhergekommen, und zwar entweder mit dem Landeise oder vielleicht in noch höherem Grade mit den von diesem losgerissenen Eisbergen. Die verhältnismässig grosse Entfernung des Fundortes von dem Endmoränengebiet des nordöstlichen Holstein macht es übrigens wahrscheinlich, dass die jüngste (= dritte) Vereisung keine deutlicheren Spuren in Gestalt von Grundmoränen hier zurückgelassen habe. Wenn eine solche Moräne wirklich existiert haben sollte, ist es auf der anderen Seite klar, dass es sich sehr gut denken lässt, dass dieselbe grösstentheils vom Meere umgelagert worden sein könnte, als diese hoch und frei gelegene Gegend nach der Bildung der schalenführenden Lager einst bis zum Meeresniveau gebracht wurde.

In Übereinstimmung mit KEILHACK (a. a. O., S. 124) halte ich dafür, dass auch der hier vorliegende Schalengrus aller Wahrscheinlichkeit nach zu der zweiten oder jüngeren interglacialen Epoche zu führen ist. Der Fundort liegt etwa 65 Meter über dem Meeresspiegel.

Burg in Ditmarschen.

Aus dem obenstehenden Fundort hat Dr. O. ZEISE eine Lagerungsreihe von folgendem Aussehen beschrieben¹:

- | | |
|---|----------------|
| a) (zu oberst) »Decksand« | 1.5—2.0 Meter. |
| b) »Steinsohle« | 0.1 » |
| c) »Thon mit vereinzelt grösseren und kleineren nordischen Blöcken (Lokalmoräne)« | 2.0—3.0 » |
| d) »Thon mit der Diluvialfauna« | 4.0—5.0 » |

Aus dem Vorhandensein des Lagers c, das von ihm »als ein Aequivalent des unteren Geschiebemergels« gedeutet wird, folgert er, dass der unterliegende marine Thon wahrscheinlich aus *präglacialer* Zeit stamme.

1892 habe ich (Balt. hafvet I, Seite 28—29), von der Richtigkeit dieser Auffassung ausgehend, mich der Ansicht über das präglaciale Alter des betreffenden Thones angeschlossen, zugleich aber habe ich auf den nördlichen Charakter aufmerksam gemacht, den die von ZEISE beschriebene Fauna aus diesem Lokal aufweist im Vergleich zu der Fauna in den von mir als interglacial aufgefassten marinen Bildungen innerhalb des südbaltischen Gebietes. Ich weise ferner darauf hin, dass das Vorkommen von *Leda pernula* in dem nur ca. 5 Meter über der Meeresfläche liegenden

¹ O. ZEISE: Ueber eine präglaciale marine Ablagerung bei Burg in Ditmarschen. Mittheil. a. d. mineralog. Institut d. Univ. Kiel. Bd. I, H. 1, 1888.

Thone bei Burg an die Hand gibt, dass der Thon auf einer Tiefe von wenigstens 35 Meter gebildet worden ist, und dass mithin das Meer zur Zeit der Bildung des Thones um mindestens 40 Meter höher als jetzt hinaufgereicht hat, wodurch eine offene Verbindung zwischen der Nordsee und dem Baltischen Meere hergestellt wurde.

Bei Gelegenheit seiner Besprechung des in Schleswig vorkommenden »Cyprinenthons«, der gleich den marinen Lagern bei Fahrenburg und Tarbek in Holstein als *interglacial* angesehen wird, äussert sich Prof. H. J. HAAS über den Thon bei Burg, wie folgt¹: »Ob das neuerdings von ZEISE — — als präglaciale Ablagerung angesprochene Vorkommen von Burg in Ditmarschen nicht eher als *postglacial*² angesehen werden muss, das möchte ich vorderhand noch dahingestellt sein lassen.« Später hat GOTTSCHÉ³ den Thon bei Burg in die präglaciale Zeit verlegt.

In seiner 1895 erschienen Arbeit über »Istidens Foraminiferer« hat MADSEN das Ergebnis einer Untersuchung über die Foraminiferenfauna in einer ihm von GOTTSCHÉ zur Verfügung gestellten Thon-Probe aus dem gleichen Lokal mitgeteilt ohne jedoch Auskunft darüber zu geben, aus welchem Niveau im Lager die Probe eingesammelt worden. MADSEN, der ausserdem ein ebenfalls von GOTTSCHÉ erhaltenes Verzeichnis der im Thone bei Burg gefundenen Mollusken veröffentlicht, lässt dahingestellt sein, ob der Thon aus inter- oder präglacialer Zeit stamme.

Auf meiner Reise (1892) besuchte ich auch das Lokal bei Burg hauptsächlich zum Zweck einer näheren Ermittlung der Frage nach dem stratigraphischen Auftreten der Arten, um dadurch womöglich Aufschlüsse über die physisch-geographischen Veränderungen zu gewinnen, die nach der Mollusken-Liste ZEISE's zu urtheilen, während der Bildung des ziemlich mächtigen Thonlagers sich vollzogen zu haben scheinen. Ich gelangte bei diesem Besuch zu einer von der ZEISE'schen wesentlich abweichenden Auffassung und werde im Folgenden eine Übersicht der gewonnenen Ergebnisse geben.

Ich schicke die Bemerkung voraus, dass es mir nicht geglückt ist, auch nur die geringste Spur von einer Moräne oder einer Moräne-ähnlichen Bildung *auf* den fossilienführenden Ablagerungen zu finden; ebensowenig hatte der Besitzer des Thongrabens, Herr MUSSFELDT, seiner eigenen Aussage zufolge, in demselben je irgend eine derartige Ablagerung beobachtet.

Die Lagerungsfolge, die ich durch eine kombinierte Untersuchung der Lager sowohl in dem eigentlichen grossen Thongraben als auch in einer im Grunde desselben befindlichen tieferen Grube feststellen konnte, hatte folgendes allgemeine Aussehen:

(Zu oberst) *Teilweise geschichteter, fossilienfreier Sand*, stellenweise mit Einlagerung von *Geschieben* (meist unten im Lager) die bisweilen *flugsandgeschliffen* waren. . . . 1.5—2.0 Meter.

¹ In den Mittheil. a. d. Mineralog. Institut d. Univ. Kiel, Bd. I, H. 1892, Seite 335—336.

² Kursiviert von mir.

³ Zeits. d. deuts. geol. Ges., 1894, S. 848.

- A) *Geschichteter, ungestörter und gleichförmiger, verwitterter grauer Thon* ca. 1.0 Meter.
- B) *Geschichteter, etwas verwitterter und gleichförmiger, grauer Thon mit spärlichen marinen Schalen* ca. 1.0 »
- C) *Gelagerter, mit dünnen Sandlamellen an den Schichtflächen versehener, grauer, Tellina-führender Thon* . . . 2.0—3.0 »
- D) *Gelagerter, blaugrauer Mytilus-führender Thon mit spärlichen Rutschflächen* 1.0 »
- E) (In der Thongrube) *Fetter, blaugrauer, Leda-führender Thon mit zahlreichen Rutschflächen und unten mit eingekneteten Partien von fossilienfreiem, fettem, bräunlichem Thon. Etwa 1 Meter über dem Boden des Thongrabens fand sich eine lokale Einlagerung von grobem Sand mit kleineren, geschrämmten Geschieben. Mächtigkeit des Lagers* 3 » +

Die beim Schlämmen von Proben aus den verschiedenen Lagern gefundenen Fossilien sind in der untenstehenden Tabelle (S. 94, 96—98) verzeichnet, in denen E_1 Thonproben aus einem Niveau bezeichnet, das 2 Meter über der Wasseroberfläche in der Grube liegt. E_2 Proben von dem Thone ein paar Decimeter über derselben Wasseroberfläche. Die übrigen Buchstaben beziehen sich auf die entsprechenden Buchstaben im Profil hier oben.

Es mag hier gleich bemerkt werden, dass die in meiner Tabelle angeführte *Mollusken*-Liste nur ca. 50 % von den in GOTTSCHÉ's Liste (MADSEN a. a. O., S. 80) mitgetheilten Arten und etwa das gleiche geringe Procent von den in ZEISE's Verzeichnis vorkommenden enthält¹. Diese Thatsache erklärt sich wohl daraus, dass meine Mollusken grossentheils durch Schlämmen der bei meinem Besuche mitgebrachten, verhältnismässig unbedeutenden Proben erhalten worden sind, während ZEISE's und wohl auch GOTTSCHÉ's Material, wie mir an Ort und Stelle berichtet wurde, zum wesentlichen Theil aus dem im Laufe einer längeren Zeit zum Zweck der Ziegelbereitung heraufgeholt Material eingesammelt wurde. Während also ihre Listen ohne Rücksicht auf das stratigraphische Auftreten der Arten zu Stande gekommen sind, war bei meiner Untersuchung das entgegengesetzte Princip massgebend. Aus meiner Untersuchung hat sich daher

¹ Die sowohl von ZEISE (a. a. O.) als auch von GOTTSCHÉ angeführte *Yoldia* sp. ("non arctica", MADSEN a. a. O.) ist eine von denjenigen, die ich in meinen Proben nicht gefunden habe. Dagegen kommen in den *Leda*-führenden Lagern ziemlich zahlreiche, kleine, 0.3—1.5 Mm. lange Schalen von einer *Yoldia*-ähnlichen *Muschel* vor. Eine nähere Untersuchung gab indessen an die Hand, dass diese Schalen *Embryonalschalen von Leda* sind, indem eine vollständige Übergangsreihe zwischen den winzigsten *Yoldia*-ähnlichen Schalen und den ganz typischen *Leda*-Schalen sich nachweisen lässt. Da nur *Leda pernula* im Thone vertreten ist, darf man wohl annehmen, dass sie dieser Art angehören. Möglicherweise ist daher die von ZEISE und GOTTSCHÉ als *Yoldia* angesetzte Muschel thatsächlich *Leda pernula* (junge Form). ZEISE gibt ja auch an, dass die von ihm gefundene *Yoldia* sp. durch "winzige, beim Schlämmen gewonnene Exemplare" vertreten sei. GOTTSCHÉ hingegen hat keine Angaben über die Grösse der von ihm gefundenen Exemplare.

Legen. Geogr. Verbreitung.	B u n g . P r o f i l .								Innersten bis heute be- kanntes Vorkommen nach d. Balt. Meere an. (Vgl. auch oben.)	Bathymetr. Verbrei- tung in Mitter- Mittim-Tiefe.
Mollusken:										
<i>Mytilus edulis</i> L.	w.	A	B	C	D	E ₁	E ₂	Öresund (Tiefere Th. Relikt)	{ 35 M. (Norwegen) (Ca 18 M. Kattegat, aber selten)	
<i>Leda peruviana</i> MOLL.	N.	—	—	s	+	s	h			
<i>Nucula</i> sp.	—	—	—	—	?	s	+	Rügen Bott. Busen	Litoral Litoral in Kattegat	
<i>Cardium edule</i> L.	w.	—	—	—	+	s	+			
sp.	—	—	—	—	+	s	s			
<i>Cyprina islandica</i> L. (juvenes)	N.	—	—	—	s	s	s			
<i>Tellina ballica</i> L.	w.	—	—	+	s	s	+			
<i>Natica</i> sp.	—	—	—	s	s	s	+			
<i>Littorina littorea</i> L.	N.	—	—	—	s	—	—	Litoral Litoral in Kattegat	Litoral Litoral in Kattegat	
<i>Hydrobia ulva</i> PENN.	w.	—	—	1 Ex.	—	—	—			
Balaniden:										
<i>Balanus improvisus</i> DARW.	S?	—	—	?	—	+	?	Litoral 9	Litoral 9	
" <i>crenatus</i> BRUG.	w.	—	—	?	—	—	—			
Ostracoden:										
<i>Cythere tuberculata</i> (SARS)	w.	—	—	+	h	h	h	Norwegen Norwegen	7 (Britanien) 11 (Christiania-Fjord)	
" <i>dumetensis</i> (NORMAN)	N.	—	—	s	—	s	+			
<i>Cytheridea papillosa</i> BOSQUET	w.	—	—	+	+	s	s	Scheeren v. Stockholm Skeidebuch, NO-Skåne Besonders in Brackwasser!	18 18	
" <i>punctilata</i> BRADY	w.	—	—	+	—	—	—			
" <i>torosa</i> (JONES)	S.	—	—	h	—	—	—	Norwegen	5	
<i>Cytheropteron latissimum</i> (NORMAN)	N.	—	—	s	—	+	—			
" <i>montrosiense</i> BRADY, CROSS, & ROB.	N.	—	—	—	—	—	s	Norwegen Balt. Meer	11	
<i>Cytherura</i> sp.	N.	—	—	—	—	—	—			
<i>Loxocoelha tamarindus</i> (JONES)	S.	—	—	s	s	s	s	Litoral, aber selten Litoral	Litoral, aber selten Litoral	
" <i>cfr impressa</i> (BAIRD)	S.	—	—	—	—	—	—			
Foraminiferen:										
<i>Nodosaria levigata</i> D'ORB.	w?	—	—	—	—	—	1 Ex.	Bohuslän	ao	
<i>Rotalina Beccarii</i> L.	w?	+	s	s	h	h	h			
<i>Nonionina depressula</i> WALK. & JAC.	—	s	s	s	h	h	h	Scheeren von Stockholm	Litoral	
<i>Polysommella striatopunctata</i> PARK. & JONES	—	+	s	s	s	s	+			
<i>Zostera cfr. marina</i> L.	—	—	—	s	—	—	—	Litoral	Litoral	
<i>Betula alba</i> L.	—	—	—	s	—	—	—			

auch ergeben, dass eine bedeutende Veränderung hinsichtlich sowohl der physisch-geographischen als auch der bathymetrischen Verhältnisse zur Zeit der Entstehung der hier in Rede stehenden Lager sich nachweisen lässt.

Der *untere* Theil der Serie ist somit offenbar unter *nördlicheren* Bedingungen abgesetzt worden als der obere; dies geht daraus hervor, dass *Leda pernula*, eine Form, die in der Jetztzeit ihre eigentliche Ausbreitung innerhalb borealer und arktischer Gegenden hat (im Skagerak, Kattegat und Öresund ist sie wohl als *relikt* zu betrachten), im unteren Theil des Profils allgemein auftritt, aber allmählich an Häufigkeit abnimmt, je weiter nach oben man kommt, und in den Lagern C—A gänzlich fehlt. Nach derselben Richtung wie *Leda* scheinen auch *Nucula* sp. und *Natica* sp. hinzudeuten, da die Arten dieser Gattungen meistens eine nördlichere Ausbreitung aufweisen; während im Gegensatz dazu Überreste von *Cardium edule* und *Mytilus*, die eine ausgesprochenere boreale bzw. gemässigte Ausbreitung haben, in den unteren Theilen entweder ganz fehlen oder jedenfalls selten sind, aber nach oben zu häufiger werden. *Tellina baltica* und *Hydrobia ulvæ* wieder scheinen erst im Lager C aufzutreten. Im Lager C finden sich also noch 4 Mollusken, *Mytilus*, *Tellina*, *Natica* und *Hydrobia*, wogegen der überliegende Theil des Thones der Mollusken-Schalen ermangelt. Die gefundenen *Balanus*-Arten gestatten ebensowenig wie die *Foraminiferen* irgend eine bestimmte Entscheidung mit Bezug auf die Temperaturverhältnisse zur Zeit der Entstehung der verschiedenen Lager. Eine Ausnahme bildet jedoch *Rotalina Beccarii* (die, wie aus der Tabelle erhellt, schon in den unteren Theilen der Serie allgemein vorkommt), insofern diese Art, wie früher erwähnt, innerhalb nördlicherer Gegenden nicht vorhanden ist, sondern mehr temperirt-atlantisch sein dürfte (nach M. SARS findet sie sich an der ganzen norwegischen Küste, vgl. oben).

Für nördlichere Bedingungen zur Zeit der Entstehung der unteren Lager sprechen ferner die *Ostracoden*, insofern die Arten von *nördlicher* Ausbreitung im Allgemeinen in den unteren Lagern E₂—D häufiger vertreten sind und eine nördliche Form, *Cytheropteron montrosiense*, auf E₂ beschränkt ist. Die *Diatomeen* hingegen (siehe unten) geben ebensowenig wie *Zostera* in dieser Frage einen bestimmten Ausschlag¹.

Hinsichtlich des *Salzgehaltes* weist besonders der Umstand, dass *Leda*, *Nucula* und *Nodosaria lævigata* nur in den unteren Lagern (E₂—D) vorkommen, und dass einige von den »salzigeren« *Ostracoden* in diesen häufiger auftreten, mit Sicherheit darauf hin, dass der Salzgehalt grösser gewesen ist als bei der Bildung der oberen Lager C—A. Erst in C treten mithin Arten auf, die *zugleich ausgeprägte Brackwasserformen* sind wie *Tellina baltica*, *Hydrobia ulvæ* und *Cytheridea torosa*. Die Lager B und A enthalten nur die gewöhnlichsten, auch in Brackwasser lebenden Foraminiferen-Arten nebst Diatomeen.

¹ *Betula odorata*, die in C durch ein paar Fruchtschuppen vertreten ist, deutet möglicherweise auf ziemlich gute klimatische Verhältnisse am Lande zur Zeit der Bildung der betreffenden Lager hin.

Diatomeen:	An höheren Algen angeheftet	Allgem. geograph. Ausbreitung	Burg-Profil						
			A	B	C	D	E ₁	E ₂	
I:									
* <i>Actinocyclus subtilis</i> (GREG.) RALFS	—	S.	—	s	s	—	—	—	
<i>Amphora crassa</i> GREG.	—	w.	—	—	—	—	s	—	
» <i>Proteus</i> GREG.	—	w.	s	—	s	s	—	—	
<i>Auliscus sculptus</i> W. SM.	—	S.	+	+	+	s	+	+	
* <i>Biddulphia aurita</i> LYNGB.	—	w.	—	—	s	+	—	—	
» <i>Rhombus</i> EHB.	+	S.	+	s	h	—	—	—	
» <i>Roperiana</i> GRUN.	+	S.	—	s	—	—	—	—	
<i>Cerataulus turgidus</i> EHB.	+	S.	s	s	h	s	s	s	
<i>Cocconeis norvegica</i> GRUN.	+	S.	s	—	s	—	—	—	
» <i>quarnerensis</i> GRUN.	+	w.	+	h	+	h	s	+	
* <i>Coscinodiscus centralis</i> EHB.	—	w.	s	s	s	—	—	—	
* » <i>curvatus</i> GRUN.	—	w.	—	s	—	s	—	s	
* » <i>excentricus</i> EHB.	—	w.	—	s	+	h	+	+	
* » <i>lineatus</i> EHB.	—	w.	s	s	s	h	—	+	
* » <i>oculus iridis</i> EHB.	—	w.	h	s	s	—	+	h	
* » <i>radiatus</i> EHB.	—	w.	h	h	h	h	h	h	
* » <i>subglobosus</i> CL. & GRUN.	—	N.	—	—	s	—	—	—	
* <i>Dicladia mitra</i> BAIL.	—	N.	s	+	+	s	+	—	
<i>Dimeregramma distans</i> GREG.	—	S.	—	+	—	—	—	—	
<i>Diploneis Bombus</i> EHB.	—	S?	—	—	—	s	—	—	
» <i>æstiva</i> DONK.	—	S?	s	s	—	—	—	s	
» <i>entomon</i> EHB.	—	w.	—	s	—	—	s	s	
» <i>fusca</i> GREG.	—	w.	+	s	—	s	+	s	
» <i>lineata</i> DONK.	—	S?	—	—	s	—	—	—	
» <i>nitescens</i> GREG.	—	S.	s	s	—	—	—	—	
» <i>notabilis</i> GREV.	—	S.	+	+	s	s	—	—	
» <i>splendida</i> GREG.	—	w.	s	—	—	—	+	+	
» <i>subcincta</i> A. SM.	—	w.	—	—	—	s	s	s	
* <i>Endictya oceanica</i> EHB.	—	S.	—	—	s	—	—	s	
<i>Eunotogramma læve</i> GRUN.	—	S.	s	s	—	—	—	—	
<i>Hyalodiscus stelliger</i> BAIL.	—	S.	—	s	s	—	—	—	
<i>Grammatophora serpentina</i> EHB.	+	S.	s	—	—	—	—	—	
<i>Navicula abrupta</i> GREG.	—	w?	s	+	+	+	+	+	
» <i>aspera</i> EHB.	—	w.	s	—	s	s	+	+	
» <i>brasiliensis</i> GRUN.	—	S.	s	s	s	s	—	—	
» <i>brevis</i> GREG.	—	w. od. N?	s	s	s	s	—	—	
» <i>cancellata</i> DONK.	—	w.	—	—	s	—	—	—	
» <i>liber</i> W. SM.	—	w.	s	s	s	s	—	—	
» <i>lyra</i> EHB.	—	w.	—	—	—	—	—	s	
» <i>rhombica</i> GREG.	—	w.	—	—	s	—	—	—	
» <i>spectabilis</i> GREG.	—	w.	—	—	—	—	s	s	

Diatomeen:	An höheren Algen angeheftet	Allgem. geograph. Ausbreitung	Burg-Profil						
			A	B	C	D	E ₁	E ₂	
<i>Paralia sulcata</i> EHB.	—	w.	h	+	h	h	h	h	
<i>Pinnularia Trevelyana</i> DONK. . .	—	S.	—	s	s	s	s	s	
<i>Plagiogramma staurophora</i> GREG. (= <i>Gregorianum</i> GREV.)	—	w.	s	—	s	s	—	+	
» <i>minus</i> GREG.	—	S.	—	—	—	s	—	—	
<i>Pleurosigma Normanni</i> RALFS (= <i>affine</i> GRUN.)	—	w.	s	—	—	s	—	—	
* <i>Pyxidicula cruciata</i> EHB.	—	S?	—	—	s	s	—	s	
<i>Rhaphoneis ampiceros</i> EHB. . . .	—	S.	+	h	+	s	—	s	
* <i>Rhizosolenia styliiformis</i> BTW. . .	—	w.	—	s	s	s	—	—	
<i>Sceptroneis marina</i> GRUN.	—	S.	s	—	s	s	—	+	
<i>Scoliotropis latestriata</i> (BRÉB.) CL.	—	S.	—	—	s	—	—	—	
* <i>Stephanopyxis Turris</i> EHB.	—	w.	—	—	s	s	—	—	
<i>Surirella fastuosa</i> EHB.	—	S.	—	s	—	—	—	—	
» <i>lata</i> Var.?	—	S.	—	s	—	—	—	—	
<i>Triceratium antediluvianum</i> EHB. .	+	S.	—	—	s	s	h	h	
I—II:									
<i>Actinocyclus Ralfsii</i> W. SM. . . .	—	S.	s	—	+	h	+	h	
<i>Amphora ocellata</i> DONK. (= <i>cin- gulata</i> CL.)	—	S.	—	—	s	s	—	—	
* <i>Chaetoceras contortus</i> SCHÜTT . .	—	S?	—	—	+	—	—	—	
<i>Diploneis incurvata</i> GREG.	—	w.	s	s	s	s	—	s	
» <i>litoralis</i> DONK.	—	w.	s	s	—	—	—	—	
» <i>suborbicularis</i> GREG.	—	S.	+	—	—	—	—	—	
<i>Epithemia musculus</i> KÜTZ.	+	S?	s	s	s	+	—	—	
<i>Navicula digitoradiata</i> GREG. . .	—	w.	s	s	s	s	—	—	
» <i>latissima</i> GREG.	—	S.	—	+	h	s	+	+	
» <i>palpebralis</i> Var. <i>augula- ris</i> GREG.	—	w.	s	s	s	—	—	—	
<i>Pinnularia quadratarea</i> A. SM. . .	—	w.	s	—	—	—	—	—	
* <i>Pyxilla baltica</i> GRUN.	—	N?	—	h	+	+	—	—	
<i>Rhabdonema arcuatum</i> C. AG. . . .	+	w.	+	+	+	+	h	s	
» <i>minutum</i> KÜTZ.	+	w.	—	s	s	+	+	s	
I—III:									
<i>Achnanthes brevipes</i> AG. (= <i>subses- ilis</i> EHB.)	+	w.	—	—	s	—	—	—	
<i>Actinocyclus Ehrenbergii</i> RALFS. .	—	S.	—	—	—	+	+	+	

Diatomeen:	An höheren Algen angeheftet	Allgem. geograph. Ausbreitung	Burg-Profil						
			A	B	C	D	E ₁	E ₂	
<i>Actinoptychus vulgaris</i> SCHUM. . . .	—	S.	—	—	—	—	s	—	
<i>Diploneis didyma</i> EHB.	—	w.	+	h	+	+	—	+	
<i>Grammatophora oceanica</i> EHB. . . .	+	w.	+	s	s	h	—	+	
<i>Hyalodiscus scoticus</i> KÜTZ.	+	w.	+	h	s	+	—	+	
<i>Navicula cluthensis</i> GREG.	—	N.	s	s	s	—	—	s	
» <i>humerosa</i> BRÉB.	—	w.	+	+	+	s	+	—	
» <i>marina</i> RALFS	—	w.	—	s	—	s	—	—	
<i>Nitzschia punctata</i> W. SM.	—	S.	+	+	s	s	s	—	
<i>Synedra affinis</i> KÜTZ.	+	w.	s	s	s	s	—	—	
I—IV:									
<i>Cocconeis Scutellum</i> EHB.	+	w.	—	s	s	s	—	—	
<i>Diploneis interrupta</i> KÜTZ.	—	w.	—	+	—	—	—	—	
» <i>Smithii</i> BRÉB.	—	w.	s	+	+	s	—	+	
<i>Navicula plicata</i> DONK.	—	w.	—	s	—	—	—	—	
II—III:									
<i>Brébissonia Boeckii</i> EHB.	+	S.	—	—	s	—	—	—	
II—IV:									
<i>Campylodiscus Echineis</i> EHB. . . .	—	w.	—	—	s	—	—	—	
<i>Navicula peregrina</i> EHB.	—	w.	s	s	—	—	—	—	
<i>Nitzschia acuminata</i> W. SM.	—	w?	s	—	—	—	—	—	
<i>Surirella ovata</i> KÜTZ.	—	w.	—	—	s	—	—	—	
I—V:									
<i>Epithemia turgida</i> EHB.	+	S.	—	s	h	—	—	—	
<i>Rhoicosphenia curvata</i> KÜTZ. . . .	+	w.	—	s	—	—	—	—	
II—V:									
<i>Epithemia gibba</i> EHB.	+	S.	—	s	s	—	—	—	

Eine Zusammenfassung der obenstehenden Diatomeen-Tabelle theile ich hier mit.

	A		B		C		D		E ₁		E ₂	
	An-zahl	%	An-zahl	%	An-zahl	%	An-zahl	%	An-zahl	%	An-zahl	%
I	28	59.5	31	55.2	36	59.0	30	61.2	18	69.2	25	69.4
I—II	9	19.2	9	16.0	11	18.0	9	18.4	4	15.4	5	13.9
I—III	7	14.9	8	14.3	8	13.1	8	16.3	4	15.5	5	13.9
I—IV	1	2.1	4	7.2	2	3.3	2	4.1	—	—	1	2.8
II—III	—	—	—	—	1	1.7	—	—	—	—	—	—
II—IV	2	4.3	1	1.8	1	1.7	—	—	—	—	—	—
I—V	—	—	2	3.6	1	1.6	—	—	—	—	—	—
II—V	—	—	1	1.8	1	1.6	—	—	—	—	—	—
Sie	47		56		61		49		26		36	

Die *Diatomeen-Tabellen* geben, wie man sieht, ungefähr denselben Ausschlag wie die *Fauna* in Bezug auf den Salzgehalt, indem das Procent von I-Arten von unten nach oben im Fallen ist, mit Ausnahme des Lagers A, das im Vergleich zu B ein Steigen aufweist und daher wahrscheinlich unter etwas salzigeren Bedingungen als dieses gebildet sein mag. Auffallend ist ferner die Thatsache, dass in den *Leda*-führenden Lagern E₂—D weniger »salzige« Formen als I—IV-Arten vollständig fehlen. Auch wenn man von den Arten absieht, die als Plankton oder an höheren Algen angeheftet leben, stellen sich die Procentzahlen in der Hauptsache den in der Tabelle angegebenen proportional.

In Bezug auf die *bathymetrischen* Verhältnisse, die zur Zeit der Bildung der einzelnen Lager bestanden haben, verdient das hervorgehoben zu werden, worauf schon oben aufmerksam gemacht wurde, dass nämlich *Leda pernula* die Sedimentation auf einer Tiefe von *mindestens* etwa 35 Meter aufweist¹, d. h. dass, da der Fundort etwa 5 Meter über der Meeresfläche liegt, die betreffende Gegend zur Zeit des Auftretens dieser Art mindestens um 40 Meter niedriger gelegen als heute. Aus meinen Untersuchungen über das stratigraphische Vorkommen der Arten ist es also klar, dass der untere Theil oder die Lager E₂—D auf mindestens der genannten Tiefe gebildet worden sind, was noch durch die feine Beschaffenheit des in diesen Lagern vorkommenden Thones bestätigt wird. In Bezug auf die darauf folgenden Lager (C—A) geben die gefundenen Fossilien dagegen keine bestimmten Aufschlüsse über diese Frage, wogegen die Beschaffenheit der Lager selbst (geschichteter Thon mit dünnen Sandbelegungen an den

¹ Ausnahmsweise scheint *Leda pernula* indess im Kattegat auf geringerer Tiefe (18 Meter) vorzukommen, jedoch nur an Stellen mit sandigem Thongrund (Vgl. PETERSEN a. a. O., S. 73).

Schichtflächen) bis zur völligen Evidenz darthut, dass die Absetzung derselben in seichterem Wasser als die der unterliegenden Lager stattgefunden hat. Daraus lässt sich somit der Schluss ziehen, dass zur Zeit, wo die Lager bei Burg gebildet wurden, eine *Landhebung* daselbst erfolgt ist. Dass diese Hebung fortgeschritten ist, bis die Lager wenigstens bis zum Meeresniveau hinabgekommen, darauf deutet das mit Geschiebe untermischte Sandlager hin, von dem der Thon überlagert wird; denn obwohl dieses Sandlager später, nachdem sich die Hebung über die Meeresfläche vollzogen hatte, den Charakter von Flugsand erhalten hat, weisen doch die darin vorkommenden Steine auf die einstige Existenz einer Strandbildung hin.

Fassen wir nun das zusammen, was oben über die physisch-geographischen Verhältnisse gesagt worden, die zur Zeit der Entstehung der einzelnen Lager bei Burg geherrscht haben, so ergibt sich:

dass die unteren Lager — E_2 —D — unter nördlicheren, salzigeren und tieferen Bedingungen als die oberen — C—A — gebildet worden sind. Was besonders den Salzgehalt betrifft, ist dieser zur Zeit der Bildung der unteren Lager wenigstens ebenso gross gewesen wie der *in den tieferen Theilen* des heutigen Öresund herrschende, wo u. a. *Leda pernula* lebt, d. h. mindestens etwa 3 ‰. Dieser entspricht also dem heutigen Oberflächen-salzgehalt des nördlichen Kattegat, wogegen der Salzgehalt während der Entstehung der oberen Lager geringer und wahrscheinlich nicht viel grösser als der heutige des nördlichen Öresund, d. h. etwa 1.25 ‰ an der Oberfläche gewesen ist.

Ich gehe jetzt zur Frage nach dem *Alter des Thones bei Burg* über. Wie bereits erwähnt, haben zwei Forscher — ZEISE und GOTTSCHKE — die Ansicht ausgesprochen, dass der Thon *präglacial* sei, während MADSEN die Altersfrage unentschieden lässt und HAAS sagt, er habe guten Grund anzunehmen, dass er *postglacial* sei. Letztere Auffassung können wir als ganz unhaltbar ohne weiteres aus dem Spiele lassen, und zwar schon deshalb weil die Gegend während der postglacialen Epoche wahrscheinlich nicht niedriger als heute und auf jeden Fall auch nicht annähernd so tiefer gelegen hat, wie es das Vorhandensein der *Leda* erfordert — dies namentlich nach dem Umfang und der Art der Niveauveränderungen in Skandinavien und dem südbaltischen Gebiete zu urtheilen.

Dass der Thon ebensowenig aus *präglacialer* Zeit stammen kann, geht daraus hervor, dass er nicht von einer Moräne überlagert wird, sondern dass im Gegentheil der obere Theil der Lagerungsfolge fast völlig ungestörte Lager aufweist. Diese Thatsache beweist, dass das Landeis nach der Bildung dieser Lager über das betreffende Gebiet nicht dahingeschritten ist oder doch, wenn dies der Fall ist, dass es zu geringe Mächtigkeit besessen hat um in diesen Lagern Störungen zu verursachen, die damals möglicherweise den Meeresgrund bildeten. Ferner spricht gegen diese Annahme der Charakter der in der Lagerreihe enthaltenen Fauna, insofern

dieser nach oben zu *gemässigt* wird, während man bei präglacialem Alter der Serie das Gegentheil erwarten sollte.

Es bleibt mithin nur eine Möglichkeit übrig, dass nämlich der Thon bei Burg aus *interglacialer Zeit* stamme. Ich werde im Folgenden den Nachweis zu führen suchen, dass sich diese Annahme mit dem dortigen Thatbestand recht gut in Einklang bringen lässt.

Ich habe bereits kurz erwähnt, dass in den unteren, zugänglichen Theilen der Lagerserie — E_2 — D — Rutschflächen zahlreich vorhanden sind, und dass hier ein lokales Vorkommen von Sand und geschrammten Geschieben beobachtet wurde¹. Die fraglichen Thonlager sind in der That sehr zusammengeknetet, und die Molluskenschalen sind zerdrückt und gleichsam ausgewalzt an den Rutschflächen. Dies beweist, dass diese Lager der Einwirkung einer sehr bedeutenden mechanischen Kraft ausgesetzt gewesen sind, und es unterliegt keinem Zweifel, dass diese Kraft in Bewegung gesetztes Eis von einer oder der anderen Form gewesen ist. Wir haben ferner gesehen, dass die zusammengeknetzten unteren Lager nach oben zu nach und nach in einen geschichteten, mit Sand untermischten Thon übergehen, dessen regelmässige Lagerung deutlich zeigt, dass auf diese jüngeren Lager keine störende Kraft eingewirkt hat.

In Bezug auf die Bedingungen, unter denen die oben beschriebene Lagerungsfolge und die Störungen von deren unterem Theile sowie die in demselben befindliche Geschiebeeinlagerung entstanden sind, stelle ich mir den Entwicklungsgang in folgender Weise vor: Als sich das »grosse Landeis«, das sich über diese Gegend erstreckt, von den westlichen Theilen Holsteins zurückgezogen hatte, lag die Gegend bis zu einer gewissen, zur Zeit noch nicht näher ermittelten Tiefe unter der Meeresfläche gesenkt. Die marine Fauna und die Diatomeenflora, die damals, während das Klima noch vollständig arktisch war, das Meer daselbst bevölkerten, sind bei Burg nicht bekannt, dürften aber in den bei meinem Besuch 1892 nicht zugänglichen Lagern zu suchen sein, die wahrscheinlich unter dem oben als E_2 bezeichneten Horizonte vorhanden sind². Letzterer, der gleich den unmittelbar darüberliegenden — E_1 und D — die gleichen nördlichen Elemente (*Leda pernula* u. a. m.) enthält, wurde auf einer Tiefe von *mindestens* etwa 35 Meter gebildet und aller Wahrscheinlichkeit nach unter ziemlich nördlichen Bedingungen, was wahrscheinlich macht, dass die Kante des Landeises noch nicht sehr weit entfernt war. Nach derselben Richtung hin weisen auch die Störungen, die diese Lager erfahren haben, sowie die

¹ Unter diesen letzten fanden sich einige Quarzite von unbekannter Herkunft, ferner ein paar Geschiebe von porphyrischer »Hälleflinta«, wahrscheinlich aus Småland, einer von braunem Feuerstein u. s. w.

² Es ist möglich, dass die vorhin S. 93 erwähnten, in den blaugrauen Thon hineingekneteten Partien von fossilienfreiem, fettem, bräunlichen Thon aus unterliegenden Lagern stammen und eine in unmittelbarerem Anschluss an das Abschmelzen des Landeises entstandene Ablagerung sind. Dieser Thon scheint nämlich mit JOHNSTRUP's vorhin erwähntem sog. »Flammet Ler« sehr nahe übereinzustimmen.

Einlagerungen von Sand und Geschiebe mit geschrammten Steinen; und da keine Moräne hier vorhanden zu sein scheint, halte ich dafür, dass diese Verhältnisse in derselben Weise zuwegebracht sind wie die ähnlichen Erscheinungen, die in dem gewöhnlichen Eismeerthon (*Yoldia*-Thon) in Schweden oft beobachtet worden, d. h. durch *Eisberge*, die nach dem »Kalben« am Rande des Landeises über die auf dem Meeresgrunde befindlichen Ablagerungen hinausgetrieben sind und dieselben stellenweise zusammengepresst und verschoben haben. Die lokale Anhäufung von Sand und Geschiebe mit geschrammten Steinen im Thone bei Burg erklärt sich also einfach und ungesucht entweder daraus, dass Eisberge hier gestrandet sind, die bei ihrem theilweisen Abschmelzen dieses Material zurückliessen oder daraus dass dieses Material von Eisbergen, die über die Gegend da, hintrieben, zu Boden fallen gelassen wurde. Nachdem sich die Kante des Landeises noch weiter zurückgezogen hatte und in Zusammenhang damit eine Landhebung eingetreten war, hörten die Vorbedingungen eines Eisbergt transports über Holstein u. s. w. und damit auch einer Störung der jüngeren Lager auf. Aus demselben Grunde aber konnte auch eine Besserung des Klimas eintreten und die Bildung der unverschobenen Lager sich ungestört vollziehen¹.

Als später das Landeis von Neuem vorrückte (der »jüngere baltische Eisstrom«), erstreckte sich dessen äusserste Grenzlinie nach Westen hin wahrscheinlich nicht weit über die bekannte Endmoränenstrecke hinaus, die die östlichen Theile von Schleswig-Holstein durchzieht, und jedenfalls wahrscheinlich nicht bis nach Ditmarschen. Daher fehlt auch, wie aus der obigen Darstellung ersichtlich ist, jede Spur von den direkten Einwirkungen des Landeises innerhalb des oberen Theiles des Burg-Profiles. Es ist jedoch möglich, dass der auf den Thonlagern ruhende Sand mit flugsandgeschliffenen Steinen ganz oder theilweise nicht nur als eine alte Strandablagierung, die auf die oben angedeutete Weise bei der Landhebung nach der Bildung der Thone entstanden wäre, sondern *ursprünglich* als eine Art »Geschiebesand« abgesetzt sei, eine Frage, die für die Beurtheilung des hier in Rede stehenden Verhältnisse von keinem Belang ist².

Die Insel Hven im Öresund.

Im Jahre 1893 berichtet K. RÖRDAM³, er habe an mehreren Stellen im nordöstlichen Seeland Fragmente von marinen Molluskenschalen ge-

¹ Das Vorkommen der Fruchtschuppen von *Betula alba* im Lager C deutet darauf hin, dass zur Zeit der Bildung dieses Lagers die benachbarte Landgegend eine Flora mit *Betula alba* u. s. w. gehabt habe.

² Unter den aus dem Sandlager eingesammelten Geschieben verdienen besonders erwähnt zu werden: ein paar Porfyrvarietäten aus Dalarne (eine vom Bredvads-Typus), ferner Kvarzite und helle Feuerstein-Varietäten.

³ De geolog. Forhold i det nordostl. Sjælland. — Danmarks geolog. Undersøg. Nr. 3, S. 21—23.

funden, und zwar theils in dem »unteren Geschiebethon«, theils auch, obwohl seltener, in dem »oberen Geschiebethon«, sowie in einigen zwischen den beiden Geschiebethonhorizonten befindlichen »interglacialen« Sandlagern¹; und seiner Ansicht nach stammen die in den beiden letztgenannten Horizonten spärlicher vorkommenden Schalenreste aus der unteren Moräne her. Die in diesen Ablagerungen gefundenen Mollusken gehören, nach der Bestimmung von K. J. V. STEENSTRUP, zu folgenden Arten: *Yoldia arctica*, *Y. pygmæa* (= *tenuis* PHIL., vgl. G. O. SARS: Moll. Reg. Arct. Norvegiæ, 1878, S. 38; non = *lenticula* wie MADSEN, a. a. O., S. 109 giebt an!), *Astarte borealis*, *A. compressa*, *A. sp.*, *Tellina (Macoma) calcaria*, *T. sp.*, *Saxicava rugosa*, *Mya truncata*? *Balanus* und *Oculina prolifera*.

Während RÖRDAM annimmt, dass diese Schalen aus dem steinigen *Yoldiathone von Vendsyssel herkommen*, mit dessen Fauna die oben genannte nahe übereinstimmt, spricht MADSEN (a. a. O., S. 109) die Ansicht aus, es lasse sich mit grösserer Wahrscheinlichkeit vermuthen, dass sich dieselben aus dem *Yoldiathone* auf, bezw. in der Nähe von Seeland herschreiben, wo ein älteres *Yoldiathonlager* von ihm angeblich angetroffen worden sein soll.

Bei den Untersuchungen, die ich durch ein mir von der Königl. Akademie der Wissenschaften in Stockholm bewilligtes Reisestipendium in die Lage versetzt wurde zu Anfang des Sommers 1892 auf der Insel Hven vorzunehmen, wurde unter Anderem ein stellenweise ziemlich mächtiger *mariner Thon* angetroffen, der spärliche Überreste einer Fauna enthielt, die theilweise eine sehr grosse Übereinstimmung mit der von RÖRDAM im nordöstlichen Seeland in glacialen Lagern gefundenen aufweist. Da dieser Fund also von einigem Interesse sein möchte, habe ich in diesem Zusammenhang einen kurzen Bericht über denselben geben zu sollen geglaubt.

Die fragliche Ablagerung ist ein *feiner, gewöhnlich unverwitterter, blaugrauer Thon*, der oft zusammengepresst und bisweilen mit Rutschflächen versehen ist. Er enthält, *jedoch nur äusserst spärlich, kleinere Steine*, und zuweilen ist er »*Brockenmergel*«-artig, was darauf beruht, dass Bruchstücke eines dem Aussehen nach ganz dichten und kompakten Thones darin vorhanden sind. Schichten von diesem letztgenannten Thone wurden in Wechsellagerung mit Sand in nahem Anschluss an den blaugrauen Thon beobachtet, und die soeben erwähnten Bruchstücke stammen daher zweifellos — gleich kleineren, daselbst beobachteten sandigen Partien — aus derartigen Schichten, die bei den Störungen, denen die betreffenden Lager ausgesetzt gewesen, mit dem blaugrauen Thone zusammengeknetet worden sind. Dieser letztere ist an verschiedenen Stellen in den oft grossartigen Strandprofilen beobachtet worden, welche die Süd- und Südwestküste der Insel Hven zwischen der südöstlichen Spitze derselben und dem Kyrkbacken, SW von St. Ibbs Kirche, bilden, und er

¹ Da diese Sandlager keine primär eingelagerten Fossilien zu enthalten scheinen, sondern in unmittelbarem Anschluss an das Vor- oder Zurückschreiten des Landeises gebildet sein dürften, sind sie besser als »intraglacial« bezeichnet worden.

macht stellenweise ein sehr bedeutendes Glied der hier vorhandenen quartären Ablagerungen aus. Die grösste von mir beobachtete Mächtigkeit des Thones fand sich ein wenig ONO von der südlichsten Spitze der Insel und betrug *mindestens* 13 bis 14 Meter. Im Allgemeinen ist jedoch die sichtbare Mächtigkeit um bedeutendes geringer, da aber der Thon in der Regel das unterste Glied der Profile bildet und infolgedessen am Ufer selbst vom Strandgrus bedeckt wird, und da man ausserdem eine Fortsetzung desselben unter dem Niveau der Meeresfläche voraussetzen muss, liess sich die wirkliche Mächtigkeit desselben nicht näher feststellen. — Nur an ein paar Stellen wurde *unter* dem Thone Sand beobachtet. Die obere Begrenzung des Thones ist infolge der bereits oben angedeuteten Verhältnisse sehr unregelmässig, und die Bildungen, von denen er überlagert wird, sind fossilienfreie Sand- und Grus- resp. Gerölle- Lager, die oft geschichtet und stets zu oberst in den Profilen durch Geschiebemergel bedeckt sind, dessen Mächtigkeit zwischen einigen wenigen und 15 Meter oder mehr schwankt.

Schalenreste können als im Thone sehr spärlich bezeichnet werden, und die Arten, die es mir anzutreffen gelang, waren folgende (die mit * versehenen sind von RÖRDAM auf Seeland gefunden, siehe oben):

Leda cfr *pernula* MÜLL. (N). 2 Fragmente.

**Yoldia arctica* GRAY (N). Ein paar Fragmente.

» *lenticula* MÖLL. (= *Y. abyssicola* TORELL, *Y. pygmæa* Var. *gibbosa* SMITH, M. SARS nach G. O. SARS a. a. O., S. 39). Ein gut erhaltenes, 5 Mm. langes Exemplar und ein Fragment.

**Tellina calcaria* CHEMN. (N). Ein grosses und ein kleines Fragment, beide mit erhaltenem Schlosse.

**Saxicava*? sp. Ein kleines Fragment.

**Mya* cfr *truncata* L. (N). Einige Fragmente.

Turritella terebra L. (S). Eine fast ganze Schale, nebst einigen Fragmenten.

Cerithium reticulatum DA C. (S). Ein Fragment.

Im Thone wurden ferner zerstreute quartäre Exemplare von *Noni-nina depressula* gefunden.

Dagegen enthält der Thon *keine* Diatomeen, wohl aber spärliche Fragmente von *Moosen*.

Wie aus dieser Fossilienliste ersichtlich ist, besteht die Fauna aus einer Mischung von arktischen, nördlichen und südlichen Elementen. Zu der erstgenannten Kategorie gehört nämlich *Yoldia arctica*, eine Muschel, die bekanntlich in der Jetztzeit auf rein arktische Gebiete eingeschränkt ist, zu der zweiten wieder gehören alle die übrigen Mollusken mit Ausnahme von *Turritella* und *Cerithium* (sowie *Saxicava*?), die ausgeprägt südliche Elemente sind, insbesondere *Cerithium*, das heutzutage seine Nordgrenze am westlichen Norwegen hat (G. O. SARS a. a. O.). Diese heterogene Fauna kann nicht gleichzeitig hier gelebt haben; man ist daher zu der Annahme genöthigt, dass der Thon entweder ursprünglich aus wenigstens ein paar unter wesentlich verschiedenartigen physisch-geographischen

Bedingungen abgesetzten Lagern, die später zusammengepresst worden, bestanden habe, oder dass ein Theil der Schalen sekundär in den Thon hineingekommen sei. Da nun der Thon den Eindruck einer wirklichen marinen Ablagerung macht, und das Prozent der nördlichen Mollusken dasjenige der südlichen bedeutend übersteigt, und da ausserdem der Stand der Erhaltung von einigen der nördlichen Arten relativ gut ist, liegt die Vermuthung nahe, dass wenigstens die Hauptmasse des Thones unter nördlichen Bedingungen, und zwar in einem Meeresgebiet von verhältnismässig grossem Salzgehalt gebildet worden sei. Die Richtigkeit dieser letzteren Vermuthung bestätigt das Vorhandensein von *Yoldia lenticula*, die nach G. O. SARS nicht südlicher als bei Bodö im westlichen Norwegen gefunden worden ist¹.

Weiniger leicht zu beantworten dürfte die Frage nach dem *Alter des marinen Thones* sein. Wenigstens ist es mir nicht gelungen, Profile zu finden, die genügende Auskunft darüber gewährt hätten, ob er in die ältere oder jüngere interglaciale Epoche gehöre, oder — was jedoch am unwahrscheinlichsten ist — ob er möglicherweise präglacial sei. Wie bereits erwähnt, wird der marine Thon in der Regel von geschichteten Bildungen — Sand und Grus, zuweilen von ziemlich beträchtlicher Mächtigkeit — überlagert, und diese Lager werden ihrerseits von Geschiebemergel von schwankender Mächtigkeit — einigen bis zu 15 Meter und darüber hinaus — bedeckt. Daraus ist mithin klar, dass *der Thon älter ist als wenigstens ein Moränenhorizont* nebst unterliegenden fluvioglacialen und vielleicht »Hvitå«-Bildungen. Es gelang mir aber nicht zu ermitteln, ob diese Moräne sowohl die grosse Vereisung als auch den jüngeren baltischen Eisstrom oder nur eins von beiden vertrete, und in diesem Falle welches. Ich war nämlich nirgends in der Lage, solche Grenzen in der Moränenbank zu beobachten, die zu einer Zerlegung derselben in zwei verschiedene Niveaus berechtigen könnten. Nur ausnahmsweise kamen in der Moräne kleinere Gruseinlagerungen zum Vorschein, die aller Wahrscheinlichkeit nach von fluvioglacialem (subglacialem?) Ursprung waren. Die stellenweise bedeutende Mächtigkeit der Moräne könnte möglicherweise zu der Annahme verführen, dass sie die grosse Vereisung vertrete; eine solche Schlussfolgerung wäre jedoch in diesem Falle ohne Zweifel voreilig, da es ja recht gut denkbar ist, dass unter besonders günstigen lokalen Bedingungen eine Moräne von der genannten oder einer noch grösseren Mächtigkeit auch wohl dem »jüngeren baltischen Eisstrom« ihre Entstehung verdanken kann. Ebensowenig lässt sich aus den gefundenen Fossilien auf das Alter des Thones schliessen, da sowohl in Lagern aus der älteren als auch aus der jüngeren interglacialen Epoche, die hier zunächst in Betracht kommen dürften, eine Fauna von dem vorhin erwähnten Charakter angetroffen werden kann. Für die end-

¹ SARS gibt an, S. 39, dass sie eine echt arktische Form sei, die bis nach den Spitzbergen und Grönland verbreitet sein soll, aber auf S. 353 wird sie auch aus dem Mittelmeer angeführt. Wenn hier nicht eine fehlerhafte Angabe vorliegt, muss man die Art als eine Reliktform im heutigen Mittelmeer betrachten.

gültige Entscheidung der Frage nach dem Alter des fossilienführenden Thones muss man daher die Entdeckung von Verhältnissen — auf oder in der Nähe von Hven — abwarten, die besser geeignet sind, Licht über dieselbe zu verbreiten.

Es kommt mir unwahrscheinlich vor, dass der vorhin beschriebene blaugraue Thon mit einem Theil der von HOLMSTRÖM¹ erwähnten, blockarmen, grauschwarzen »krosstenslera« auf Hven identisch sein sollte, und zwar besonders deshalb, weil seine Mittheilung (S. 97), es seien aus dieser Bildung bei der Ziegelbereitung Tausende von gerundeten Blöcken beseitigt worden, sich nicht auf den schalenführenden Thon beziehen kann, da in diesem im Gegentheil Blöcke überaus spärlich sind. Dagegen ist es wohl möglich, dass das $\frac{1}{2}$ Fuss mächtige Lager von geschichtetem Thon, welches er bei »Husvik Ziegelbrennerei« an der nordöstlichen Seite der Insel in der grauschwarzen »krosstenslera« angetroffen hat, und in welchem ein Fragment einer Muschelschale, die einer *Anodonta* oder *Unio* angehört zu haben scheint, gefunden wurde, dem marinen Thon angehört habe? Ich möchte nämlich glauben, dass das fragliche Muschelfragment vielleicht einer marinen Muschel (z. B. *Cyprina*) angehören könnte?

Ich habe hiermit meine Untersuchungen über die wichtigsten der von mir auf meiner Reise 1892 besuchten Lokale zu Ende geführt und werde jetzt nur noch eine kurze Übersicht über die dabei gewonnenen allgemeinen Resultate geben.

Was zunächst die wichtige Frage nach dem *Alter* der oben besprochenen Ablagerungen betrifft, dürfte sie durch einen Vergleich mit den einschlägigen in neuerer Zeit ans Licht getretenen Äusserungen ihre rechte Beleuchtung erhalten, und ich halte es daher für zweckmässig zuerst den Vorschlag zur Gliederung des norddeutschen Quartärsystems mitzutheilen, der neuerdings von KEILHACK (a. a. O. S. 123—124) gemacht worden ist, und der beweisen soll, dass man in Nordeuropa den im Vereisungsgebiet der Alpen nachgewiesenen *drei glacialen* und *zwei interglacialen* Epochen entsprechende Bildungen habe. Ich werde darauf auf eine Kritik dieses Vorschlages eingehen und im Anschluss daran einige ergänzende Bemerkungen über dänische und schwedische Verhältnisse nachtragen.

KEILHACK's Gliederung hat folgendes Aussehen:

»Präglacial: noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen.

Erste Eiszeit: Aelteste Grundmoränen im Gebiete der östlichen baltischen Seenplatte. Fluvioglaciale Bildungen bis nach Hannover und in die südliche Mark, z. B. die Sande unter den Ablagerungen der ersten Interglacialzeit.

¹ G. F. F., Bd. 2 (1874), S. 96 flg.

Erste Interglacialzeit: Paludinenreiche Thone und Mergelsande (Paludinenbänke im Untergrunde Berlins. Torflager von Klinge bei Kottbus. Süßwasserkalk des Fläming (Belzig, Görzke, Ziesar) und der Lüneburger Haide. Diatomeenlager von Soltau, Oberohe und Rathenow. Yoldienthon in Westpreussen. Cyprinenthon in Holstein. Fauna von Burg i. Dithm. *Cardium*-Sande von Lauenburg a. E.

Zweite Eiszeit: Unterer Geschiebemergel Norddeutschlands. Rother Geschiebemergel der Altmark. Zahlreiche fluvioglaciale Sande und Thone (Glindower Thon) unter und über demselben.

Zweite Interglacialzeit: Säugethierfauna von Rixdorf. Marine und Süßwasserablagerungen von West- und Ost-Preussen. Austernbänke von Stade, Blankenese, Fahrenkrug. Torflager von Lauenburg, Beldorf, Fahrenkrug u. a. O. Kalktuff von Magdeburg. Süßwasserbildungen von Rathenow und der Potsdamer Gegend.

Dritte Eiszeit: Oberer Geschiebemergel Norddeutschlands. Endmoränen des baltischen Höhenrückens und südlicher Gebiete. Thalsande der grossen Täler und Staubecken. Thonige Ablagerungen (Thalthon, Deckthon).

Postglacial: Arktische Flora im Grunde norddeutscher Torfmoore.»

Wie KEILHACK bemerkt, sind der *präglacialen Epoche* angehörige Ablagerungen in Norddeutschland »noch nicht mit Sicherheit nachgewiesen«. Der früher hierher gestellte Yoldienthon etc. in Westpreussen ist, wie JENTZSCH neuerdings angedeutet hat (a. a. O.), wahrscheinlich einem dem GEIKIE'schen »Norfolkian« entsprechenden Niveau, d. h. der *älteren interglacialen Epoche* einzuordnen, wohin ihn denn auch KEILHACK stellt.

MADSEN stellt mit einem ? »Vendsyssels ældre Yoldialer« theils zu der *präglacialen*, theils zu der *älteren interglacialen Epoche*. Da man aber noch nicht kennt, wovon dieser viel umstrittene Thon unterlagert wird, und da er nicht von einer Moräne bedeckt zu sein scheint, von der sich vermuthen liesse, dass sie sich aus der Zeit der grossen Vereisung herschriebe, kommt es mir wahrscheinlicher vor, dass der Thon wenigstens z. Th. noch höheren Niveaus, und zwar theils der *Abschmelzungsphase* der *zweiten glacialen Epoche* (Yoldiaführende Lager), theils der *jüngeren interglacialen Epoche* (Lager mit borealer Fauna) angehöre.

Hinsichtlich der von KEILHACK in die *erste glacialen Epoche* verlegten Ablagerungen in Norddeutschland habe ich nichts anzuführen. Was Schweden betrifft, scheinen in diese Epoche die Spuren des »*älteren baltischen Eisstromes*« zu gehören¹, wie auch KEILHACK (a. a. O. Seite 123) annimmt. In dieselbe Zeit dürften ferner einige der Spuren eines älteren »*norwegischen Eisstromes*« — die von MADSEN und anderen Forschern erwähnt werden — zu verlegen sein. Von welcher Bedeutung dieser Eisstrom wirklich gewesen, dürfte indess zur Zeit schwer zu entscheiden sein,

¹ Vgl. namentlich HJALMAR LUNDBOHN, Om den äldre baltiska isströmmen i södra Sverige. G. F. F. Bd. 10 (1888), Seite 157 flg.

zumal da es wahrscheinlich ist, dass *ein Transport von norwegischen Blöcken durch das Treibeis* in recht bedeutendem Umfange stattgefunden habe, ein Umstand, der im Allgemeinen zu wenig Beachtung gefunden zu haben scheint, wenn es sich darum handelte, an der Hand der Leitblöcke den Umfang der Vereisung und die Bewegungsrichtungen des Landeises festzustellen.

Zu dieser ersten glacialen Epoche gehört vielleicht auch die früher besprochene, auf Kreidelagern direkt ruhende, *untere Moräne* an der Ostküste von Jasmund, Rügen.

Ein Theil der von KEILHACK zu der *ersten interglacialen Epoche* gestellten Ablagerungen, der »Cyprinenthon« in Schleswig (nicht in Holstein, wie KEILHACK angibt) und die Lager bei Burg, gehören, wie ich oben nachzuweisen gesucht habe, zu einem jüngeren Niveau oder zu der *jüngeren interglacialen Epoche*, und dasselbe ist vermuthlich auch mit den supramarinen Lagern von Klinge bei Kottbus der Fall (siehe unten). — Ferner ist es, wie vorhin erwähnt, möglich, dass der Süßwassersand zwischen den Moränenbänken an der Ostküste von Jasmund in die letztgenannte Epoche zu verlegen sei.

Wie bereits bei der Beschreibung der Fundorte hervorgehoben wurde, ist es klar, dass der schleswigsche und dänische »Cyprinenthon« — wegen seiner Beziehung zu den beiden (oberen) Moränenhorizonten, *dem unteren, mächtigen und dem oberen, wenig mächtigen* — während der älteren interglacialen Epoche nicht gebildet sein kann. KEILHACK verlegt ja übrigens selbst nur die aus der »östlichen baltischen Seenplatte« bekannte älteste Grundmoräne in seine erste Eiszeit, während der untere, mächtige Geschiebemergel Norddeutschlands — und offenbar auch der dänischen Inseln und Schonens — der, wie oben gezeigt worden ist, *das Liegende* für den »Cyprinenthon« u. s. w. (vgl. namentlich die Profile aus Alsen, Tranderup und Røgle Klint [Fünen]) bildet, von ihm zu der *zweiten* glacialen Epoche gestellt wird. Allerdings ist es noch nicht gelungen, irgend eine wesentliche Verschiedenheit hinsichtlich des Geschiebeinhalts zwischen dieser unteren Moräne einerseits und der *auf dem »Cyprinenthon«* u. s. w. vielfach beobachteten, meist dünnen Moränendecke andererseits nachzuweisen; dass aber letztere als ein von ersterer deutlich unterschiedener Horizont zu betrachten ist, wird bis zur völligen Evidenz durch den Umstand bewiesen, dass sie auf stellenweise ziemlich mächtigen, interglacialen Lagern mit vollständig temperierter Fauna und Flora vorkommt. Da nun diese obere Moräne an so vielen Stellen im südbaltischen Gebiete und um dasselbe herum sich als das *jüngste glaciale Glied* erwiesen hat — ausser den soeben erwähnten verdienen genannt zu werden: Dornbusch (Rügen), Fahrenkrug und Tarbek in Holstein —, wird man ohne weiteres behaupten dürfen, dass man *in dieser Moräne den Vertreter der letzten*, oder nach der jüngeren Terminologie, *der dritten Vereisung* zu sehen habe.

In Übereinstimmung mit KEILHACK halte ich dafür, dass die *Ostræa*-führenden Lager von Blankenese, Stade und Fahrenkrug in die *jüngere*

interglaciale Epoche zu verlegen sind; ihnen schliessen sich dann auch die von KEILHACK nicht verzeichneten Lager von Tarbek an.

Die Unhaltbarkeit der Annahme, dass die Entstehung des oben erwähnten »Cyprinenthons« u. s. w. in die präglaciale Epoche (GOTTSCHKE) oder in einen interglacialen Abschnitt zwischen »dem älteren norwegischen Eisstrom« und »dem älteren baltischen« (MADSEN) falle, habe ich z. Th. bereits in der Einleitung zu dieser Arbeit nachzuweisen gesucht, und sie wird ausserdem noch durch das oben Gesagte bestätigt.

Was das Alter eines Theiles von den älteren quartären, norddeutschen, *supramarinen Lagern* (Torf u. s. w.) angeht, scheint es auf der Hand zu liegen, dass die Mehrzahl der bisher als interglacial beschriebenen Lager in dieselbe *jüngere interglaciale Epoche* zu verlegen sind, wie es denn auch KEILHACK thut. Hieher gehören auch die Torfe und der Süsswasserthon von Vejsnæs Nakke. Auch die interessanten Lager von Klinge (Kottbus) dürften mit grösserer Wahrscheinlichkeit zu dieser Epoche als mit KEILHACK zu der älteren interglacialen zu stellen sein. Das Fehlen einer Moräne oder eines Residuums davon *auf* den sedimentären Lagern, ebenso wie die verhältnismässig wenig gestörte Lage der letzteren, scheint sich nämlich mit der Annahme schwerlich in Einklang bringen zu lassen, dass *das grosse Landeis* über die Gegend dahingeschritten sei, wie das der Fall sein müsste, falls die fossilienführenden Lager der älteren interglacialen Epoche angehörten.

Ich theile übrigens die Ansichten KEILHACK's über das Alter der übrigen Ablagerungen, die von ihm in *die zweite glaciale, die zweite interglaciale* und *die dritte glaciale* Epoche verlegt werden, wogegen es richtiger scheint, für das Niveau mit arktischer Flora u. s. w. im Grunde der norddeutschen (einschl. der dänischen, schwedischen, russischen u. s. w.) postglacialen Torfmoore die Benennung »*spätglacial*« statt der von KEILHACK gebrauchten »*postglacial*« beizubehalten.

Die Gliederung des Quartärsystems im südbaltischen Gebiete, die ich aus den angeführten Gründen gegenwärtig für die wahrscheinlichste halte, bekommt somit in der Hauptsache folgendes Aussehen:

<i>Die postglaciale Epoche</i>	{	(c) Die <i>Mya</i> - Zeit = Die Buche-Zeit.
		b) » <i>Litorina</i> - » = » Eiche- »
		a) » <i>Ancylus</i> - » = » { Tanne- » + Birke- »
» 3 ^{te} glaciale »	{	(b) (Abschmelzungs-Phase) Die <i>Yoldia</i> - od. <i>spätglaciale</i> Zeit = d. <i>Dryas</i> -Zeit.
		a) Die 3 ^{te} od. letzte Vereisung. Oberer Geschiebemergel (»Jüngere baltische Moräne« p. p.). Endmoränen und »Åsar« p. p.

- Die 2^{te} od. jüngere interglaciale Epoche* Marine u. supramarine Ablagerungen meistens von temperiertem Charakter:
 »Cyprinenthon«, *Ostræa*-führ. Ablagerungen u. s. w. in Holstein (auch bei Burg in Ditm.), Schleswig, dänische Inseln, Rügen, Prov. Preussen, (Vendsyssel u. Insel Hven?); balt. Süsswasserablag. des SW-balt. Gebietes; Torflager u. s. w. an mehreren Stellen in N-Deutschland bei Vejsnæs Nakke, in Schonen(?).
- » 2^{te} glaciale « Unterer mächtiger Geschiebemergel im südbalt. Gebiete u. s. w. Fluvioglaciale u. »Hvitå«-Bildungen unter u. über demselben. *Yoldia*-führ. Thon in Vendsyssel? und auf d. Insel Hven?
- » 1^{te} od. ältere interglaciale « ? Marine Thonablagerungen mit borealem od. temperiertem Charakter in Vendsyssel u. auf Hven.
 ? Süsswassersand, Jasmund (Rügen).
 »Paludinenbänke im Untergrunde Berlins« (KEILHACK) nebst einige andere Süsswasserablagerungen in Norddeutschland.
- » 1^{te} glaciale « Spuren d. »älteren balt. Eisstroms« in S-Schweden. »Hvitå«- u. fluvioglaciale Ablagerungen. »Aelteste Grundmoränen im Gebiete der östlichen baltischen Seenplatte« (KEILHACK).

Im Ganzen genommen dürfte man behaupten können, dass in Bezug auf das hier in Rede stehende Gebiet unsere Kenntnis von den quartären Epochen um so mangelhafter wird, je weiter wir in die Zeit hinaufgelangen. Über den *präglacialen* Abschnitt ist mit Sicherheit nichts bekannt, und von *dem ersten glacialen* und *dem ersten interglacialen* Abschnitt ist unsere Kenntnis nach wie vor eine sehr spärliche und unsichere. Die Ursache dazu wird zweifellos in erster Linie in der grossen Rolle zu suchen sein, die die darauf folgende *grosse Vereisung* gespielt hat bei der Verwischung von den Spuren der älteren quartären Abschnitte, theils dadurch dass diese älteren Ablagerungen — die, wie das Vorkommen quartärer Foraminiferen in der grossen Moräne bezeugt, theilweise einen ähnlichen Charakter wie die marinen Lager der jüngeren interglacialen Epoche gehabt haben — bei dieser Vereisung zum grossen Theil zerstört und in die grosse Grundmoräne aufgenommen worden sind u. s. w., theils auch dadurch dass diese älteren Lager durch die Ablagerungen dieser grossen Vereisung verdeckt worden sind, welche bekanntlich eine bedeutende Ausdehnung und stellenweise eine beträchtliche Mächtigkeit besitzen.

Erst wenn wir bei *der jüngeren interglacialen Epoche* anlangen, befinden wir uns auf etwas sichererem Boden, obwohl wir noch weit davon entfernt sind, im Einzelnen den Gang der physisch-geographischen Veränderungen verfolgen zu können, die in dieser Epoche einander abgelöst haben.

Dies gilt nicht sowohl von einem Theil der Lagerungsfolgen, die *ausserhalb* des Gebietes der letzten Vereisung angetroffen werden, als vielmehr von den hier in Rede stehenden Gegenden, über die zum grossen Theil das jüngste Landeis dahingeschritten ist.

Es hat sich somit bei meinen Untersuchungen im Allgemeinen herausgestellt, dass die verschiedenen jüngeren interglacialen Lagerungsfolgen, die oben geschildert worden sind, nicht so vollständig, wie ich es erwartet hatte, die klimatischen Veränderungen abspiegeln, die im Laufe der interglacialen Epoche auf einander gefolgt sein müssen, d. h. von unten nach oben gerechnet, zuerst Lager von arktischem Gepräge (die jedoch am richtigsten in die Abschmelzungsphase der vorhergehenden Epoche zu verlegen sind), dann Lager von subarktischem, borealem und temperiertem Gepräge, darauf wieder die gleichen Abschnitte obwohl in umgekehrter Reihenfolge (der arktische am richtigsten in die folgende glaciale Epoche gehörend). Die näher untersuchten Lagerungsfolgen haben im Gegentheil im Ganzen *durch und durch ein ziemlich gleichartiges temperiertes Gepräge* aufgewiesen; eine deutliche Ausnahme bildet nur das Burg-Profil, dessen untere Lager ausgesprochen nördlichere Bildungsbedingungen voraussetzen als die oberen mit ihrem temperierten Charakter.

In der Frage nach *den Veränderungen des Salzgehaltes* gibt letzteres Lokal ebenfalls einen bestimmten Ausschlag, woneben ein paar andere Lokale (Alsen, Detailprofil 2, Ärö, Vejsnäs Nakke) eine Abwechselung von marinen und Süsswasserlagern aufweisen, mit *deutlichem Übergang* jedoch nur beim Alsen-Profil.

In bathymetrischer Hinsicht sind stufenweise Übergänge gleichfalls nur im Burg-Profil deutlich vorhanden, wenngleich Andeutungen auch an ein paar anderen Lokalen wie Alsen, Detailprofil 2 und Profil 4 auf der Kartenskizze, nicht fehlen. Das Profil von Vejsnäs Nakke weist dagegen keinen derartigen Übergang auf, sondern die Süsswasserlager ruhen direkt auf dem marinen Thon.

Die Ursachen dieser mangelnden Kontinuität der Lagerungsfolge können mehrfacher Art sein, als die wichtigsten dürften die folgenden besonders hervorgehoben zu werden verdienen: theils die Thätigkeit des jüngsten Landeises, wodurch etwa vorhandene vollständigere Lagerserien in grösserem Umfange entweder direkt erodiert und zusammengeknetet, oder auch auf fluvioglacialem Wege zerstört worden; theils kann eine Zerstörung der Lager durch die Thätigkeit der Wellen bei den Verschiebungen der Strandlinie, die während dieses interglacialen Abschnittes beweislich stattgefunden haben, sowie durch die Erosion von fliessendem Wasser erfolgt sein. Schliesslich verdient erwähnt zu werden, dass es nur die besonders günstig gelegenen Lokale sein dürften, an denen vollständigere Lagerungsfolgen sich haben ausbilden können. Zur Beleuchtung dieser Frage sei daran erinnert, dass der »Yoldia-Mergel« im mittleren Schweden an mehreren Stellen entweder ohne Bedeckung durch jüngere Lager zu Tage liegt, oder direkt von supramarinen Lagern überlagert wird, und zwar in Gegenden,

die nach der Bildung des Mergels von dem Ancyclus-See und dem Litorina-Meer bedeckt gewesen sind.

Da mithin eine grössere Continuität der interglacialen Lagerungsfolge in dem fraglichen Gebiete zu den Seltenheiten zu gehören scheint, ist es von grosser Bedeutung, dass genauere Untersuchungen der oben angedeuteten Art an den etwa vollständigeren und lehrreicheren Profilen, die künftig entdeckt werden können, angestellt werden möchten, damit man über den Gang der physisch-geographischen Veränderungen, die sich im Laufe der interglacialen Epochen vollzogen haben, eingehendere Kenntnis gewinne. Dass sich eine derartige genauere Kenntnis nicht ohne nähere Beobachtung des stratigraphischen Auftretens der Fossilien erzielen lässt, liegt doch auf der Hand.

Obgleich somit meine Untersuchungen nach dieser Seite hin nicht die erwünschten Resultate ergeben haben, dürften sie jedoch einen gewissen Werth beanspruchen können, insofern sie dargethan haben, dass dieser oder jener Fundort eine wiederholte eingehende Untersuchung nicht verdient, bis neue lehrreichere Profile entblösst worden sind.

Es erübrigt mir nur noch, eine kurze Übersicht über das jüngere interglaciale Meer in diesen Gebieten zu liefern und dabei auf einige Gesichtspunkte aufmerksam zu machen, die durch die in der vorliegenden Arbeit zur Sprache gekommenen Beobachtungen eine etwas nähere Beleuchtung gefunden haben.

Es ist auffallend, dass die Mehrzahl der bisher dieser jüngeren interglacialen Epoche zugewiesenen marinen Ablagerungen, wie wir gesehen haben, ein *vollständig temperiertes* oder höchstens theilweise boreales Gepräge besitzt. Dies beweist die Zusammensetzung sowohl der Fauna (Mollusken, Crustaceen und Foraminiferen) als auch der Diatomeenflora im Gebiete Schleswig-Holstein—Ostpreussen, und als das Gebiet, das in der Jetztzeit dem interglacialen südbaltischen Meeresgebiet am nächsten entspricht, dürfte man die Gegend von Kattegat—Nordsee betrachten können. Eine nähere »Lokalisierung« dürfte im Allgemeinen sich noch nicht durchführen lassen, z. Th. weil unsere Kenntnis von den Grössenverhältnissen der Mollusken und von der heutigen Ausbreitung der übrigen Formen (Ostracoden, Foraminiferen und Diatomeen) zur Zeit noch zu gering ist.

Eine Ausnahme von der Regel, dass die interglacialen Lager durch und durch ein temperiertes Gepräge haben, bilden, wie bereits erwähnt, die *unteren Lager* bei Burg, und es scheint mir wahrscheinlich, dass auch ein Theil der von GOTTSCHIE in Holstein nachgewiesenen marinen Lager mit arktischer Fauna sowie ähnliche Lager in Vendsyssel (vgl. MADSEN, *Istidens* Foraminiferen) und der *Gadus polaris*-Thon von Lomma im südwestlichen Schonen zu derselben Epoche (oder auch zu der nächstvorhergehenden bzw. nächstfolgenden) zu stellen seien; wenn sich diese Annahme als richtig erweisen sollte, würde also eine der Lücken der Lagerreihe ausgefüllt sein.

Es muss ferner hervorgehoben werden, dass die Zusammensetzung

der temperierten Fauna in verschiedenen Gebieten -- Holstein einerseits und dem südbaltischen Gebiete andererseits -- nicht unbedeutend schwankt; diese Verschiedenheit dürfte sich aber theils daraus erklären lassen, dass die Lager in verschiedenen Gegenden unter ungleichen bathymetrischen Bedingungen gebildet worden, theils auch dadurch dass sie nicht gleichzeitig sind. Im südbaltischen Gebiete -- mit Ausnahme von Ostpreussen -- ist also der Cyprinenthon vorherrschend, während in Holstein, in der Gegend von Strib und in Ostpreussen die marinen Interglaciallager entweder »Seichtwassersedimente« oder auch (in Holstein) stellenweise Thone sind, die der *Cyprina* ermangeln.

Von den verwickelteren Niveauveränderungen abgesehen, die das südbaltische Gebiet u. s. w. in dieser interglacialen Epoche erfahren hat, ist es klar, dass während eines grossen Theiles dieser Epoche die Vertheilung von Land und Meer eine wesentlich andere als heutzutage gewesen ist. Das Vorkommen der marinen interglacialen Lager in den höchsten Theilen Holsteins (bei Tarbek ca 80 Meter über dem Meeresspiegel), bei Dornbusch ca 40 Meter und in Westpreussen (Neudeck) 114 Meter über dem Meere beweist nämlich, dass die Landsenkung im südbaltischen Gebiete *mindestens* so gross gewesen ist, wie es die genannten Zahlen angeben, und was den Dornbusch betrifft, wo der Cyprinenthon die erwähnte Höhe erreicht, wenigstens um einige Zehnzahlen von Meter grösser. Der, soweit bis heute bekannt ist, vollständige Mangel an interglacialen marinen Ablagerungen in Schweden (mit Ausnahme des Thones von Lomma, der richtiger als im Anschluss an das Abschmelzen des zweiten (= grossen) oder an das Vorrücken des letzten Landeises entstanden zu betrachten ist) deutet auf der anderen Seite darauf hin, dass die Landsenkung nach dieser Seite hin nicht einnal so weit fortgeschritten ist, dass die südlichsten Theile Schwedens unter das Niveau des interglacialen Meeres gebracht worden, sondern dass man hieher die O-Isobase der interglacialen Landsenkung zu vorlegen hat, während die Isobasen dieser Senkung steigende Werthe in der entgegengesetzten Richtung haben. Da indessen marine interglaciale Bildungen südlich von der Linie Holstein -- Rügen -- Prov. Preussen seltener werden und auf niedrigeren Niveaus vorkommen, hat man aller Wahrscheinlichkeit nach die *Maximi-Senkung* ungefähr nach dieser Linie und Isobasen von *sinkenden* Werthen südlich davon zu verlegen.

Ich halte es ferner für nicht unwahrscheinlich, dass es sich herausstellen wird, dass das südbaltische interglaciale Meeresgebiet mit dem Meere mit theilweise borealer Fauna, das wahrscheinlich um dieselbe Zeit grosse Theile des nördlichen Europäischen Russland bedeckte, in direkter Verbindung gestanden habe. Zu Gunsten dieser Annahme scheint auch die in den interglacialen Thonen des südbaltischen Gebietes gefundene Diatomeenflora zu sprechen. Professor CLEVE hat mir nämlich mitgetheilt, dass einige der fraglichen marinen Formen -- *Endictya oceanica*, als lebend nur an der Westküste Schottlands, in dem Indischen Ocean, dem Mittelmeer, in Süd-Amerika und Westindien bekannt, *Eunotogramma leve*, nur

aus Labuan, Ceylon, Florida, und Nordcarolina bekannt, und *Asterolampia Brookei* (= *atlantica* CL.) die wenigstens in gewissen Jahreszeiten dem mittleren Theile des Golfstromes angehört — in der Jetztzeit in den Küstengebieten des westlichen Europa so gut wie vollständig fehlen, und dass daher ihr Vorkommen in dem interglacialen Thone von Burg und Alsen vielleicht darauf hindeute, dass der »Golfstrom« sich in der betreffenden Zeit bis in das südbaltische Gebiet hinein und von dort weiter hinauf in das nördliche Russland einen Weg gesucht habe. Um einen derartigen Transport von irgend welcher Bedeutung begreiflich erscheinen zu lassen, scheint man nämlich eine freiere Zirkulation voraussetzen zu müssen, als sie in einem im Osten abgesperrten südbaltischen Meeresgebiete wohl möglich gewesen wäre.

Ausser der oben besprochenen Landsenkung, die das südbaltische Gebiet und angrenzende Gegenden erfahren haben, finden sich, wie ich schon hervorgehoben habe, Beweise für mindestens *eine Landhebung und eine darauf folgende neue Landsenkung*. Dies ergibt sich nämlich aus dem Vorkommen von Süsswasserablagerungen zwischen marinen Ablagerungen von stellenweise verschiedenem Charakter, und diese interessante Thatsache scheint, wie ebenfalls bereits erwähnt worden ist, an die Hand zu geben, dass während der interglacialen Epoche das südbaltische Gebiet eine Zeit lang von einem Süsswasserbecken eingenommen worden sei, wie das während eines Theiles der postglacialen Epoche, nämlich der Ancyluszeit, beweislich der Fall gewesen ist. Eine nähere Ermittlung dieser Veränderungen, die natürlich beträchtliche Zeiträume voraussetzen, bleibt indess künftigen Untersuchungen vorbehalten, von denen man übrigens gewichtige Aufschlüsse über diese und andere hier nicht näher erörterte Fragen erhoffen darf.

4. Über die quartäre Lagerserie des Ristinge Klint auf Langeland.

Eine biologisch-stratigraphische Studie

von

Frithiof Andersson.

Unter dem reichhaltigen Material von quartären Ablagerungen, das vom Herrn Docenten H. MUNTHE auf einer Studienreise in Dänemark und Norddeutschland im Sommer 1892 eingesammelt wurde, fand sich auch eine Serie Proben von sogenanntem »Cyprinenthon« und sich an denselben anschliessenden Ablagerungen, die aus Ristinge Klint auf Langeland, bekanntlich einem der besten Fundorte für die genannten, in der Litteratur nicht selten besprochenen, quartären Bildungen, entnommen waren. Durch andere Geschäfte zu sehr in Anspruch genommen, um selbst an das fragliche Material Hand legen zu können, hatte Doc. MUNTHE die Güte mir dasselbe zur Verfügung zu stellen.

Für die Gelegenheit, die mir auf diese Weise bereitet wurde, sowohl die Früchte seiner oben erwähnten Reise theilweise mir zu Nutze zu machen, als auch unter seiner einsichtsvollen Anleitung die Untersuchungsmethode näher zu erlernen, die bei der Bearbeitung des Materials zur Verwendung kam, bringe ich hiermit Doc. MUNTHE meinen tief empfundenen Dank dar.

Grossen Dank schulde ich ferner Herrn Professor P. T. CLEVE für die Bestimmung sämtlicher in der Probenserie gefundenen *Diatomeen*, Herrn Docenten C. W. S. AURIVILLIUS für die Identifizierung einiger schwer bestimmbarer *Mollusken*, Herrn Professor W. LILLJEBORG für die Bestimmung einer *Ostracode* sowie Herrn Stud. der Phil. J. G. ANDERSSON für die Bestimmung der übrigen *Ostracoden*.

Es liegt auf der Hand, dass die Tragweite einer Untersuchung von der vorliegenden Art in Bezug auf die quartären Ablagerungen überhaupt, ja auch, aus weiter unten näher auszuführenden Gründen, in Bezug auf andere etwa gleichzeitige Bildungen nur eine sehr begrenzte sein kann

— ist sie doch auf die Verhältnisse an nur einem einzigen Lokal beschränkt —; in Erwägung der Schwierigkeiten, die sich einem richtigen Verständnisse dieser zum Cyprinenthon gehörenden oder mit ihm auf die gleiche Linie zu stellenden Bildungen in den Weg stellen, kann diese Untersuchung nur darauf Anspruch machen, einen Beitrag zur Kenntnis dieser Bildungen zu liefern, und zwar zunächst in Bezug auf die *physisch-geographischen* Bedingungen, unter denen sie entstanden sind.

Zur befriedigenden Durchführung einer Untersuchung, die sich diese Aufgabe gestellt hat, ist in erster Linie ein in streng *stratigraphischer* Reihenfolge vorliegendes Material erforderlich; gerade darauf wurde denn auch beim Einsammeln der Probenserie vom Doc. MUNTHE strenge Rücksicht genommen.

Es gilt hier somit, auf Grund der in jedem einzelnen Lager angetroffenen fossilen Überreste, unter Umständen auch wohl an der Hand der mechanischen Beschaffenheit der Probe auf *vergleichendem Wege* über die Bedingungen in der erwähnten Hinsicht, unter denen die Ablagerung der betreffenden Probe sich vollzogen hat, ins Klare zu kommen und auf diese Weise ein möglichst getreues Bild der Veränderungen zu gewinnen, denen die Lagerserie in ihrer Gesamtheit während ihrer Entstehung ausgesetzt gewesen ist.

Die verhältnismässig genaue Kenntnis, die man zur Zeit über die heutigen hydrographischen Verhältnisse in der westlichen Ostsee besitzt, hat die Lösung dieser Aufgabe in hohem Grade gefördert oder geradezu überhaupt ermöglicht.

Aber auch in einer anderen Hinsicht wäre sie gefördert worden, wenn nämlich ähnliche stratigraphische Untersuchungen über die Ablagerungen vorgelegen hätten, von denen man annimmt, dass sie aus derselben quartären Epoche stammen¹; dies ist jedoch nicht der Fall, wenigstens nicht in dem Umfange und mit der Ausführlichkeit, wie man es wünschen könnte, was zunächst die Verhältnisse in den angrenzenden Gebieten anlangt.

Ehe ich zur Besprechung der durch die vorliegende Untersuchung gewonnenen Resultate übergehe, dürfte es indessen der Übersichtlichkeit halber zweckmässig sein, die Historik der Frage kurz zu streifen; ich werde dabei die Gelegenheit benutzen, meinen eigenen Standpunkt hinsichtlich der Hauptfrage selbst, d. h. der Frage nach dem Alter des Cyprinenthons anzugeben. Verschiedene Ansichten haben sich darüber geltend gemacht; da sie aber in der neueren quartärgeologischen Litteratur vielfach erörtert worden sind, kann ich sie hier ganz summarisch behandeln.

Der Cyprinenthon ist, wenn auch nicht dem Namen nach, jedenfalls bis zu einem gewissen Grade seinem Charakter nach schon lange bekannt

¹ Was die quartärgeologische Terminologie betrifft, befolge ich die von H. MUNTHE, Studier öfver Baltiska hafvets quartära historia. I. (Bihang till K. Svenska Vet.-Akad:s Handl., Bd 18, 189a) gegebene Darstellung derselben.

gewesen. Die erste Angabe über die Existenz desselben oder ihm nahe verwandter Bildungen dürfte wahrscheinlich bereits im Jahre 1835 von G. FORCHHAMMER (Danmarks geognostische Forhold, Seite 97) mitgeteilt worden sein, wenn er sagt, es fänden sich an einigen Stellen auf dem Lande Schalen von Meerthieren angehörigen Arten, die noch alle im Meere an den Küsten (Dänemarks) lebten; als Beispiel führt er aus einem in einer Höhe von »200 Fot« über dem Meeresspiegel gelegenen Mergelgraben nicht weit von Bornhövd in Holstein folgende Mollusken an: *Cardium edule*, *Turbo rudis*, *Ostræa edulis*, *Buccinum undatum* und *Mytilus edulis*; auch in Jütland sollen nach ihm diese und viele andere jetzt lebende Arten vorkommen. Derselbe Verfasser hat später bei mehreren verschiedenen Gelegenheiten Mittheilungen über den Cyprinenthon gemacht, z. B. dass *Cyprina islandica* sein charakteristisches Fossil sei, dass die Lager stark fallend seien u. dgl. m., aber auf die Lagerungsverhältnisse und das wahrscheinliche Alter des Thones scheint er nur insofern einzugehen, als er die Bildung in die »Rullesteensformation« verlegt, in der Erwägung, dass sie von »Rullesteensler« sowohl unterlagert als auch überlagert werde. In dem Masse wie die Quartärgeologie Fortschritte machte, kam der Cyprinenthon sowie seine Stellung im System immer öfter zur Sprache. L. MEYN glaubt, mit Rücksicht auf die Lagerungsverhältnisse unter Anderem bei Langenvorwerk auf Alsen, wo der Cyprinenthon direkt auf tertiären Lagern (Braunkohle) ruht, dass derselbe von präglacialem Alter sei¹. Dieselbe Ansicht vertritt auch, und zwar aus dem gleichen Grunde, C. GOTTSCHKE, und nach ihm O. TORELL. Einer eingehenderen Erörterung des Cyprinenthons und zugleich einer annehmbareren Ansicht über dessen Alter begegnen wir indess zuerst bei F. JOHNSTRUP, Nogle Iakttagelser over Glacialphænomenerne og Cyprinaleret i Danmark (Indbydelseskraft etc., Kjöbenhavn 1882), welche Arbeit den späteren Darstellungen über dieses Thema, wie H. MUNTHE, Studier öfver Baltiska hafvets quartära historia I und V. MADSEN, Istidens Foraminiferer i Danmark og Holsten og deres betydning for studiet af Istidens aflejringer (Meddelelser fra Dansk Geologisk Forening. Nr. 2. Kjöbenhavn 1895) zu Grunde zu liegen scheint. Unter Hinweis auf die genannte Arbeit von F. JOHNSTRUP begnüge ich mich hier damit, einen kurzen Bericht über die wichtigeren Ergebnisse seiner Beobachtungen zu liefern, die sich auf die Fundorte beschränken, welche theils auf den Inseln im westlichen Theile der Ostsee (Langeland, Ärö, Alsen), theils an der Ostküste von Schleswig² gelegen sind; und da nach JOHNSTRUP (a. a. O. Seite 50) der Cyprinenthon am charakteristischsten im Osten, d. h. auf Langeland erscheint, und da ausserdem die von mir

¹ Er scheint jedoch diese Auffassung später verlassen zu haben (vgl. Schriften des Naturwissenschaftlichen Vereins für Schleswig-Holstein, Bd II, Heft II, Seite 67).

² Bekanntlich kommen mit dem Cyprinenthon wahrscheinlich äquivalente Bildungen auch in Holstein, der Provinz Preussen, auf Rügen u. s. w. vor (vgl. MUNTHE a. a. O.).

untersuchte Lagerserie sich von dort herschreibt, sind es in erster Linie die Verhältnisse auf Langeland, die hier zur Sprache kommen sollen.

JOHNSTRUP beschreibt also den dortigen Cyprinenthon (von Ristinge Klint) als eine in isolierten Parteen auftretende, gut gelagerte, geschiebefreie, graugrüne Thonart mit einer Mächtigkeit von 3—5 Meter, und da der untere Theil (0.9—1.5 Meter) durch *Cyprina islandica*, und der obere durch *Mytilus edulis* charakterisiert wird, unterscheidet JOHNSTRUP ein unteres »*Cyprinalag*» und ein oberes »*Mytiluslag*». Über dem Mytiluslager findet sich zuweilen ein von dünnen Sandadern durchsetzter, dunkelbrauner, geschiebefreier Thon, der seinerseits von Sand überlagert werden kann — alles jedoch ohne Fossilien. Schliesslich ist zu bemerken, dass an der Grenze zwischen den *Cyprina*- und *Mytiluslagern* häufig ein sie trennendes *Sandlager* von geringer Mächtigkeit (0.9—0.1 Meter) vorkommt, das Schalen von *Süsswassermollusken* enthält; das genannte Sandlager wird von JOHNSTRUP als eine *Brackwasserbildung* charakterisiert¹. Aus den mitgetheilten Profilen ist zugleich zu ersehen, dass der Cyprinenthon von Moräne über- und unterlagert wird, obwohl das Mytiluslager durch die vorhin erwähnten nicht fossilienführenden Thon- und Sandablagerungen von derselben getrennt sein kann. Obwohl die verschiedenen Lager des Cyprinenthons unter einander parallel sind, sind sie doch sämtlich mehr oder weniger stark fallend, nämlich von 10° bis 70° (durchschnittlich 40°), und die Richtung ist in der Regel gegen SO. Diese Übereinstimmung hinsichtlich der Richtung veranlasst JOHNSTRUP zur Erklärung derselben eine in einer bestimmten Richtung (SO—NW) wirkende Kraft anzusetzen, und er nimmt an, dass diese Kraft vom Treibeis herrühre, das zugleich einen gewaltigen Druck ausgeübt und die zerbröckelte Beschaffenheit der Schalen und den theilweise breccienartigen Charakter des Thones herbeigeführt habe. Gleichzeitig damit dass der Cyprinenthon also vom Treibeis aus seiner ursprünglichen Lage verschoben und (in gefrorenem Zustande) an die heutigen Lagerstellen versetzt worden, habe auch die unterliegende Moräne an diesem Transport Theil genommen, wodurch das Ganze somit die ursprüngliche Lagerungsfolge fortwährend bewahrt habe. In Bezug auf die überliegende Moräne hält JOHNSTRUP dafür (a. a. O. Seite 69), dass man, da beide Moränen von derselben Beschaffenheit sind, nicht unbedingt eine spätere Eisbedeckung über Dänemark vorauszusetzen brauche; jedoch spricht er (Seite 59), wo er von der Bildungszeit des Cyprinenthons handelt, die Ansicht aus, dass dieser (der Cyprinenthon) nach dem Beginn der Eiszeit und vor dem Schluss derselben abgesetzt sei (was wohl so zu verstehen ist, dass er interglacial sein soll), und zwar theils auf Grund der Lagerungsverhältnisse, theils der Fauna, die temperiert ist und am nächsten der heutigen der Nordsee und des Kattegat entspricht.

Zu Gunsten des interglacialen Alters hat sich später H. MUNTHE (Balt. haf:s quart. hist. I, Seite 44) auf Grund der mittlerweile gewonnenen

¹ Weil er in demselben auch, wiewohl spärlich, Schalen von *marinen* Mollusken gefunden hat.

Kenntnis über die Ausbreitung des jüngeren baltischen Eisstromes im Gebiete des Cyprinthons entschieden ausgesprochen; und mit gutem Grunde weist er diesem jüngeren baltischen Eisstrom die Rolle zu, die JOHNSTRUP dem Treibeis zugeschrieben hatte, woraus dann auch folgt, dass man die den Cyprinthon überlagernde Moräne als durch den genannten Eisstrom verursacht betrachten muss.

Indessen scheint die Frage nach dem Alter des Cyprinthons trotzdem noch nicht endgültig entschieden zu sein, indem ein späterer Verfasser, V. MADSEN, in der Einleitung zu seiner vorhin erwähnten Arbeit über die Foraminiferen der Eiszeit einen dritten, zeitlich und räumlich von den Baltischen unterschiedenen Eisstrom, den sogenannten *Norwegischen Eisstrom*, angesetzt und für die Existenz desselben Beweise zu erbringen versucht hat. Dieser wäre der älteste von allen, und seine Grundmoräne wäre eben die den Cyprinthon unterlagernde Moräne, während die Moräne, die die genannte Bildung bedeckt, auf den sogenannten *älteren baltischen Eisstrom* zurückzuführen wäre. Es scheint mir jedoch, als ob die Beweise, die der Verfasser für die Annahme eines besonderen norwegischen Eisstromes und für die dadurch bedingten weittragenden Konsequenzen, wie z. B. die Ansetzung zweier interglacialen Epochen, ins Feld führt, weit davon entfernt wären, zur Entscheidung dieser gewichtigen Frage auszureichen. Sie bestätigen zwar die längst bekannte Thatsache, dass ein Transport von norwegischen Blöcken nach den vom Verfasser angegebenen Gegenden, Dänemark, dem nordwestlichen Deutschland, Holland, Belgien und der Ostküste von England stattgefunden hat (ein solcher Transport von Blöcken kann ja, falls die Blöcke nicht in Moräne eingelagert sind, ein Verhältnis, wovon der Verfasser nur ein einziges Beispiel anführt, und zwar mit der ausdrücklichen Bemerkung, dass man darauf »ej tór bygge noget sikkert«, recht gut durch das Treibeis vermittelt worden sein), sie beweisen aber keineswegs, was hier bewiesen werden sollte, dass nämlich dieser sogenannte norwegische Eisstrom mit dem älteren baltischen nicht gleichzeitig gewesen sei. Unter der Voraussetzung, dass die Ansicht des Verfassers richtig wäre, nämlich:

- 1:o dass der norwegische Eisstrom zeitlich den übrigen vorausgegangen (vgl. Seite 27, 28, 30) und von dem älteren baltischen durch einen so beträchtlichen Zeitraum getrennt gewesen sei, dass eine interglaciale Periode (die Bildungszeit des Cyprinthons u. s. w.) in denselben habe fallen können (Seite 29, 30).
- 2:o dass der norwegische Eisstrom anfänglich die Richtung N—S, später, »efter haanden som Isen banede sig Vej over Sverige og gennem Östersöen«¹, die Richtung NO—SV gehabt habe (Seite 29), und dass

¹ Diese Äusserung an sich scheint mir nicht gerade zu Gunsten der Ansicht zu sprechen, zu deren Begründung sie dienen soll, sondern scheint im Gegentheil die Zusammengehörigkeit der Eisströme zu beweisen, und übrigens kann man sich nicht gut vorstellen, wie unter solchen Bedingungen eine interglaciale Bildung mit *temperierter* Fauna hätte entstehen können.

die Ostgrenze desselben an der Linie Frederiksborg—Femern anzusetzen sei (Seite 26),

3:0 dass der Cyprinenthon u. s. w. in Dänemark, Holstein, *Rügen* und *Preussen* zwischen den »moräneaflejinger» des norwegischen Eisstromes und denjenigen des älteren baltischen Eisstromes abgelagert worden (Seite 30),

müsste wohl daraus folgen, dass die Moräne, die von dem Cyprinenthon auf *Rügen* und von dem damit äquivalenten in *Preussen* überlagert wird, ebenfalls auf den norwegischen Eisstrom zurückzuführen wäre, was jedoch in diesem Zusammenhange wohl als eine physische Unmöglichkeit gelten muss.

Wenn aber somit diesen norwegischen Blöcken jede Beweiskraft hinsichtlich der vorhin erörterten Fragen abgesprochen werden muss, fehlt es jedoch gewiss nicht an Anhaltspunkten zur Aufhellung der Frage, ob für das grosse nordeuropäische Vereisungsgebiet zwei interglaciale Epochen anzusetzen seien, wie dies ja in Bezug auf das mitteleuropäische (schweizische) der Fall ist¹. Die Analogie an sich giebt zwar einen Wahrscheinlichkeitsgrund, jedoch keineswegs einen untrüglichen Beweis ab, denn hält man den dem Zeitbegriff »interglacial» innewohnenden Sinn fest, d. h. versteht man darunter ein Intervallum zwischen zwei Vereisungsperioden, während dessen eine *wesentliche* Besserung des Klimas stattgefunden hat, lässt es sich in Frage stellen, ob die beiden genannten Gebiete in dieser Hinsicht mit einander völlig vergleichbar seien, oder mit anderen Worten ob einer interglacialen Zeit des letzteren Gebietes unbedingt eine ebensolche Zeit im ersteren entsprechen müsse. Es ist meines Erachtens in der Natur der Sache begründet, dass eine allgemeine Besserung des Klimas sich in Mitteleuropa weit stärker geltend machen muss als in Nordeuropa, dass sie in dem erstgenannten Gebiete eine höchst bedeutende sein kann mit einer durchgreifenden Umwandlung der Fauna und Flora, während sie gleichzeitig in dem letztgenannten ziemlich unerheblich ist und sich z. B. nur in einer geringeren Oscillation des Eises (mit Ablagerung von Moräne) bekundet, ohne dass das organische Leben dadurch irgend eine erheblichere Einwirkung erfährt, und ohne dass somit von einer interglacialen Epoche die Rede sein kann.

Auch was im Übrigen über diese Frage zur Zeit vorgebracht worden ist², scheint mir nicht genügend zu sein, um die Einordnung des Cyprinenthons in den Rahmen einer immer *noch* problematischen ersten oder zweiten interglacialen Epoche zu begründen, zumal da es mir in dem

¹ Zu Gunsten einer solchen Annahme haben sich unter anderen K. KEILHACK (Die Geikie'sche Gliederung der nordeuropäischen Glacialablagerungen. Jahrbuch d. k. preuss. geol. Landesanstalt für 1895. Berlin 1896) und H. MUNTHE (Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. Bd 18. Heft 4, Seite 243. Fussnote) ausgesprochen.

² Vgl. KEILHACK (a. a. O.).

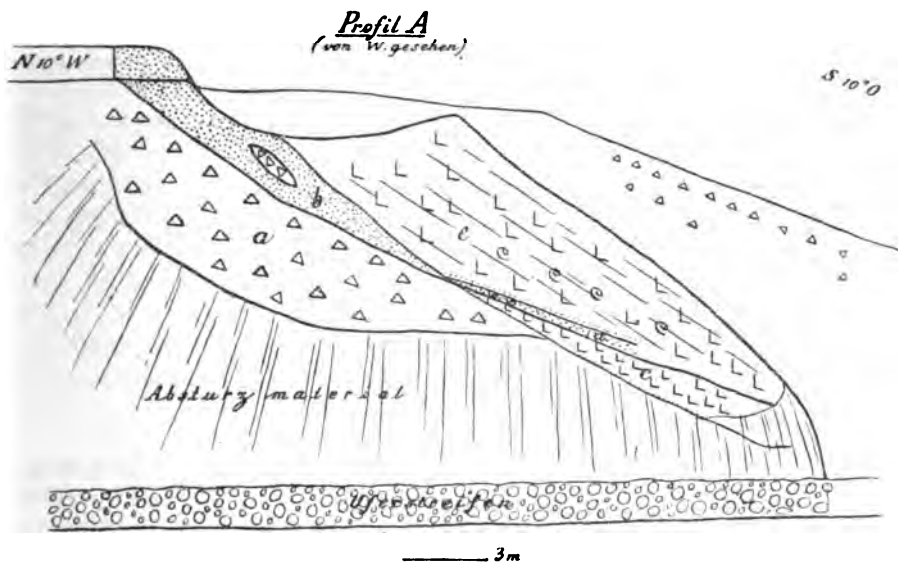
vorliegenden Untersuchungsmaterial an jedem Anhaltspunkt für die eine oder die andere Annahme fehlt¹.

Bei der Behandlung dieses Gegenstandes gehe ich daher von der Voraussetzung aus, dass der Cyprinenthon eine *interglaciale* Bildung sei, und dass man vor der Hand nicht nöthig habe, mehr als eine interglaciale Epoche anzusetzen.

Aus weiter unten näher auszuführenden Gründen habe ich es für zweckmässig erachtet, die Zeugnisse, die die Fauna und die Flora (die Diatomeen) jede für sich ablegen, gesondert zu erörtern, und ich habe dabei zunächst die faunistischen besprechen zu sollen geglaubt.

Über die Untersuchungsmethode, deren ich mich bedient habe, siehe unten.

Doc. MUNTHE hat gütigst das untenstehende von ihm entworfene schematische Profil (*Profil A*) und zugleich das detailliertere Profil (*Profil B*), in Übereinstimmung mit welchem die Probenserie eingesammelt wurde, mitgetheilt.

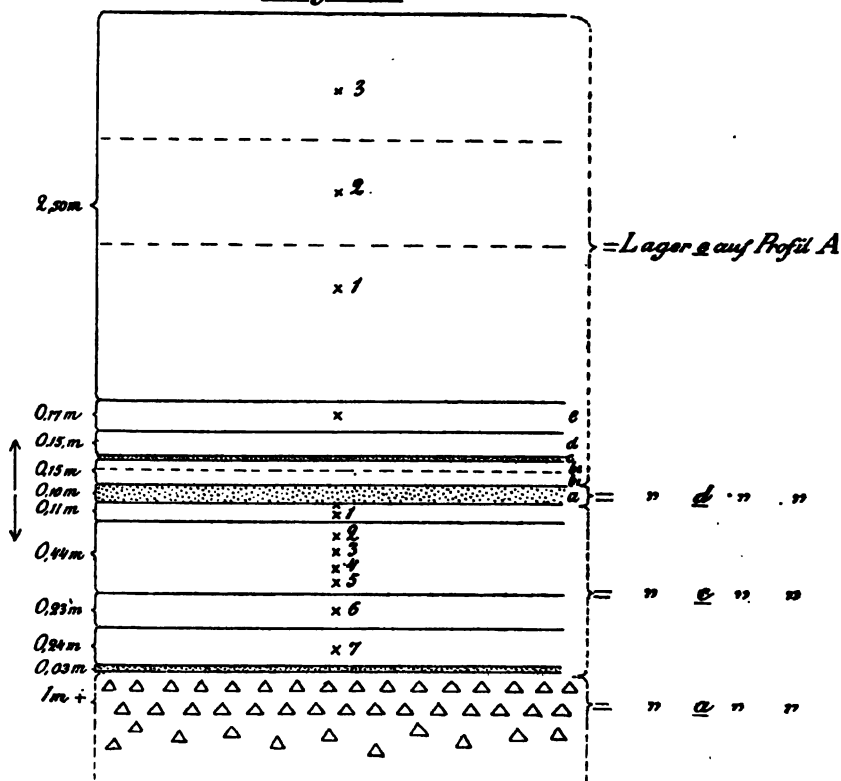


Nach *Profil A* scheint die Lagerungsfolge, insofern sie nicht durch Absturzmaterial bedeckt ist, die folgende zu sein: das unterste Lager be-

¹ Es dürfte indess aus meiner obigen Darstellung (vgl. die Historik, Seite 119) klar sein, dass, falls zwei interglaciale Epochen für Nord-Europa angesetzt werden, der Cyprinenthon in die *jüngste* zu verlegen ist.

steht aus einer mehrere Meter mächtigen Moräne (*a*), die im N von Sand (*b*) ohne makroskopische Fossilien und mit einem in demselben eingeschlossenen Bruchstück von Moräne, im S zunächst von einem dünnen Sandlager, dann von Thon (*c*) überlagert wird; das relative Alter der Lager *b* und *c* unter einander lässt sich wohl ohne Zweifel so auffassen, dass das Lager *b* älter ist als das Lager *c*. Letzteres (*c*) wird vom Sande *d* (dem Süsswasserlager) überlagert, auf welchem (zu oberst) ein 3 bis 4

Profil B.



Meter mächtiger Thon mit einem dünnen Sandlager ein wenig über dem Süsswasserlager ruht. Die Moräne, die nach dem Profile den Anschein erwecken könnte, als ob sie die oberste Partie der Lagerserie bildete, muss als weiter östlich gelegen gedacht werden; sie gehört somit dem Profile nicht an, und es lässt sich daher auch nicht entscheiden, ob sie mit der unterliegenden Moräne (*a*) äquivalent oder zu der Moräne, die an verschiedenen Stellen den Cyprinenthon überlagert, zu stellen sei. — Das Fallen der Lager ist etwa 40° S zum O bis SSO.

Das Profil kann allerdings in seiner Gesamtheit keinen Anspruch darauf erheben, die vorhin beschriebene normale Lagerungsweise des Cy-

prinenthons und der damit verbundenen Lager bis ins Einzelne zu veranschaulichen, im Gegentheil, es finden sich, wie wir weiter unten sehen werden, wesentliche Abweichungen, die die Dinge noch verwickelter machen, was die Beziehung zu anderen ähnlichen bekannten Vorkommnissen betrifft, es war aber einfach das beste, das zu Gebote stand.

Das Profil schliesst nach gütiger Mittheilung von Doc. MUNTHE jeden Gedanken daran aus, dass z. B. die verschiedenen Thonpartieen eines und desselben Lagers (es handelt sich hier zunächst um das Lager *e*) verschoben und durcheinander geworfen sein sollten (man vergleiche die ziemlich regelmässige »bankning« des Lagers *e* auf Prof. A., die entschieden gegen eine solche Annahme zu sprechen scheint), was eine stratigraphische Untersuchung derselben völlig werthlos machen würde.

Diejenigen Theile der Lagerserie, die einer Untersuchung unterzogen wurden, sind (vgl. Profil B): *die unterliegende Moräne (a)*, vom Thonhorizonte *c* *die Lager 7, 6, 3, 2, 1*, *das Lager unmittelbar unter dem Süsswasserlager*, von dem Süsswasserlager *d* theils *eine reine Sandprobe*, theils *eine etwas thonige Probe* (die gegenseitige Beziehung derselben zu einander nicht näher angeben) und von dem Lagerkomplexe *e* *die Lager b₁ b₂, e* (*das Mytilusreiche Lager*), *die Lager 1, 2, 3 oben*¹.

Lager Untere Moräne.

V. MADSEN hat (a. a. O. Seite 159—163) in einer aus eben demselben Lokale, von dem hier die Rede ist, dem Ristinge Klint, entnommenen Probe die besonders reichhaltige Foraminiferenfauna dieser Moräne nachgewiesen, und da es ja von vornherein nicht zu erwarten war, dass die Fauna der genannten Moräne, als an einer sekundären Lagerstelle befindlich, irgend eine grössere Bedeutung für das Studium der damaligen Fauna haben könnte, würde ich dieselbe keiner näheren Untersuchung unterzogen haben, falls diese Untersuchung nicht schon von Anfang an ein einigermassen anderes Resultat ergeben hätte als dasjenige, wozu der vorhin erwähnte Verfasser gelangt war².

¹ Die Benennung der einzelnen Lager ist als nicht völlig einheitlich vielleicht wenig glücklich, aber durch die Anwendung der verschiedenen Bezeichnungsweisen erzielt man praktisch zweifellos eine grössere Übersichtlichkeit, während zugleich die Anwendung adäquater Benennungen für einige besonders charakteristische Lager das Behalten derselben im Gedächtnis in höherem Grade erleichtern dürfte, als z. B. die Bezeichnung durch Ziffern es gethan hätte. Für die Sache an sich dürfte es indess von keinem Belang sein, da die Benennung ja ganz zufällig ist.

² Es sei übrigens in diesem Zusammenhang darauf aufmerksam gemacht, dass, nachdem die Vorarbeiten zu dieser Untersuchung im Laufe der Jahre 1894—1895 ausgeführt worden waren, namentlich der Abschnitt über »Lager Untere Moräne« bereits im Neujahr 1896 im Manuskripte fertig vorlag. Die Gesichtspunkte, die bei den im Laufe des letztgenannten Jahres in den Geol. Förn. Förhandl. erschienenen Auseinandersetzungen von

Ich theile hier das Resultat der Schlämmung mit¹, die ich an einer kleineren (ungefähr 0,1 Liter), aus der Moräne entnommenen Probe vorge-

MUNTHE und MADSEN über die Frage nach der ursprünglichen Lagerstelle der in gewissen quartären Ablagerungen befindlichen Foraminiferen ans Licht getreten sind, waren mir daher bei der Abfassung dieser Studie unbekannt, abgesehen von dem, was aus der von MUNTHE auf Grund einer vergleichenden Untersuchung gemachten Äusserung (in den Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. Bd 18. Heft 1, Seite 21) "att en del af (eller i vissa fall hela) den foraminiferfauna, som anträffas i bottenmorän och i s. k. "hvitåbildningar", icke är af *kvartär* ålder . . ., utan åtminstone ställvis till ej oväsentlig grad härstammar från *krit*-(och tertiär-) lager" zu entnehmen war.

Ich bin indessen für die Mittheilungen, die später ans Licht gekommen sind, um so dankbarer, als ich finde, dass auch die hier in Rede stehende Moränenablagerung von Ristinge Klint in die Diskussion mit hineingezogen worden ist; da dies aber nur auf der Grundlage der MADSEN'schen Untersuchung derselben geschehen zu sein scheint, und da die Frage noch immer kaum weniger aktuell ist als vorher, wenn sie auch insofern verrückt worden ist, dass sich der Streit, wie mir scheint, zum nicht geringen Theile um die Frage nach dem Werth einer gewissen Arbeitsmethode (siehe darüber die Fussnote unten) für die Beurtheilung der Sache zu drehen begonnen hat, und da ferner das Bedürfnis fortgesetzter Untersuchungen zur endgültigen Entscheidung der Streitfrage von MADSEN stark betont worden ist; so habe ich hier nicht umhin zu können geglaubt, meine Ansicht über diese Frage, insofern sie für die Moräne von Ristinge Klint in Betracht kommt, sowie die Gründe auseinanderzusetzen, die für diese meine Ansicht ausschlaggebend gewesen sind, gleichviel, ob ich dabei einigemal Argumente ins Feld führen sollte, die bereits in der oben erwähnten Diskussion geltend gemacht worden sind, falls sie mir nur immer noch völlige Geltung zu haben scheinen.

Obwohl somit die über diese Frage gemachten Auseinandersetzungen mir gar keine Veranlassung gegeben haben von meiner ursprünglichen Auffassung abzuweichen, ist es indess infolge der mittlerweile ans Licht getretenen Mittheilungen nothwendig geworden, sie an einigen Stellen durch einige Bemerkungen zu erläutern.

¹ Betreffs der Methode, die beim Schlämmen sowohl hier als auch in allen folgenden Fällen befolgt wurde, verweise ich auf H. MUNTHE, Om biologisk undersökning af leror o. s. v. (Geol. Fören. i Stockholm Förhandl. Bd. 16, Heft. 1.). In einem Falle, nämlich gerade beim Schlämmen der vorliegenden Moräne, erwies es sich als nothwendig, die erwähnte Methode mit der von V. MADSEN nach dem Vorgange von K. J. V. STEENSTRUP in Anwendung gebrachten zu kombinieren, d. h. mit der Methode, mittelst einer gesättigten Kochsalzlösung die Foraminiferen von dem anhaftenden Sande zu isolieren (vgl. V. MADSEN, I. F. Seite 38); da aber dieses Verfahren nur zum Theil den erwünschten Erfolg hatte, sah ich mich genöthigt, durch eine heftige rotierende Bewegung des in der Kochsalzlösung zu Grunde gesunkenen Materials die Foraminiferen auf die Oberfläche des Sandes zu sammeln und sie dann ganz mechanisch aus demselben zu entfernen. Da ich aber zur Zeit, wo diese Operation stattfand (wie auch noch heute), nicht das geringste Gewicht darauf legte, auf welche Weise es mir gelang, die Foraminiferen zu isolieren, oder welche von ihnen "oben auf schwammen", und welche in der Kochsalzlösung zu Grunde sanken, wenn nur möglichst viel der Untersuchung zugänglich gemacht wurden, wurde über die Zugehörigkeit der gefundenen Exemplare zu der einen oder der anderen Kategorie kein Protokoll geführt. Soweit ich mich erinnere, glaube ich indess behaupten zu können, dass die Hauptmasse der angetroffenen *Arten* sich unter der "schwimmenden Kategorie" befand, während absolut genommen die Mehrzahl der Foraminiferen zu Grunde sank, was wohl so zu verstehen ist, dass in diesem Falle, der für quartäre Foraminiferen gar nicht oder doch nur in geringem Grade in Betracht kommt, von ein und derselben Art einige Exemplare oben schwimmen konnten, während andere zu Grunde sanken. *Ich habe mich daher nie versucht gefühlt, das Gewicht der Foraminiferen im Verhältnis zu einer gesättigten Kochsalzlösung einer Unterscheidung der präquartären Arten von den quartären zu Grunde zu legen.* Dass übrigens die Eigenschaft in gesättigter Kochsalzlösung

nommen habe. In der Probe (Geschiebemergel) waren vor der Schlämmung einige kleinere Steine wie Feuersteinsplitter u. dgl. m. sowie winzige Kreidestückchen zu sehen. Beim Schlämmen derselben durch ein 1 Mm.-Messingnetz erhielt ich auf dem Netze eine beträchtliche Anzahl unbestimmbarer Fragmente, wahrscheinlich von Kreidefossilien wie Korallen u. dgl.

Auf dem 0.2 Mm.-Seihtuche blieben ausser Sand und einigen Bryozoenfragmenten eine grosse Zahl *Foraminiferen* zurück — wie das ja nach dem, was oben gesagt wurde, von vornherein zu erwarten war — die in der Regel auffallend gut erhalten waren trotz der gewaltigen Einwirkung, der sie offenbar ausgesetzt gewesen sein müssen.

In dem bei dem erwähnten Verfahren gewonnenen Filtrat fanden sich keine fossilen Überreste mit Ausnahme einiger *Spongiennadeln*.

Es waren somit die *Foraminiferen*, die der Untersuchung zu Grunde gelegt wurden. Das Resultat dieser Untersuchung ist in der untenstehenden Artenliste untergebracht, die zugleich die Bemerkungen und Erklärungen, die etwa nöthig sein möchten, wie unter Anderem über das geologische Auftreten der einzelnen Arten und die Zahl der Individuen, wodurch sie vertreten sind, enthält.

Sowohl den Angaben über die geologische Ausbreitung der Arten als auch der *Foraminiferenbestimmung* überhaupt liegt, wo nicht anders ausdrücklich bemerkt wird, H. B. BRADY, Report on the *Foraminifera dredged by H. M. S. Challenger, during the years 1873—1876. Report on the scientific Results of the Voyage of H. M. S. Challenger, Vol. IX (Zoology). London etc. 1884*¹, zu Grunde.

Zur Angabe der grösseren oder geringeren Häufigkeit, womit die *Foraminiferen* auftreten, bediene ich mich sowohl in Bezug auf die Moräne als auch späterhin der Bezeichnungen *häufig* (= mehr als 50 Exemplare) *nicht selten* (= von 10 bis 50 Ex.) und *selten* (= weniger als 10 Ex.); im letzteren Falle wird jedoch für gewöhnlich statt dessen die Zahl genauer angegeben.

1. **Textularia globulosa*² EHRENB. — Häufig. Kreide—Jetztzeit. Eine der häufigsten *Foraminiferen* der Kreideperiode, in der Jetztzeit aber sehr selten und wahrscheinlich im Aussterben begriffen.

Syn. *Textilaria striata* EHRENB. (MARSSON).

2. — cfr *aculeata* EHRENB. — Nicht selten. Kreide. Die Art hat sich beim Schlämmen von Kreide aus Rügen als eine auch dort nicht selten vorkommende Form erwiesen.

Wahrscheinlich ist sie zu EHRENB. *Text. aculeata* oder *Grammostomum aculeatum* zu stellen. Sie ist ihrem Baue nach

zu schwimmen in ganz beträchtlichem Masse auch anderen *Foraminiferen* als den quartären zukommt, davon kann man sich, wie MUNTZE mit Recht hervorgehoben hat, durch die Anwendung der Methode z. B. auf eine Probe von Schreibkreide leicht überzeugen.

¹ Abgekürzt als Chall. citiert.

² Ein Sternchen (*) vor einer Art bezeichnet, dass sie auch von MADSEN in der hier in Rede stehenden Moräne gefunden worden ist.

im Querschnitt schräg viereckig und dürfte wohl auch zweifellos mit der von MUNTHE (Till frågan om foraminiferfaunan i sydbaltiska kvartärlager G. F. F. Bd. 18, Heft 4, Seite 236—237) aus mehreren Lokalen des südbaltischen Gebietes und aus Schonen angeführten präquartären Art *Textularia* cfr. *quadrilatera* SCHWAGER (= ? *Mariæ* MADSEN) identisch sein.

3. *Verneuilina pygmæa* EGGER — 1 Exemplar. Kreide—Jetztzeit. Chall. Pl. XLVII. Fig. 6. Syn. *Guttulina turrata* EHRENB. (Microgeologi, T. XXXII, Fig. 28).
4. ? *Tritaxia minuta* MARSSON — Nicht selten. Kreide. Vgl. TH. MARSSON, Die Foraminiferen der weissen Schreiekreide der Insel Rügen,¹ S. 162, Taf. IV, Fig. 31; und H. MUNTHE, Till kändedom om foraminiferfaunan i Skånes Kritsystem. G. F. F. Bd. 18, Heft 1, Seite 26.
5. *Bulimina* cfr. *elegans* D'ORB. — Nicht selten.
6. — *pupoides* D'ORB. — Nicht selten. Kreide—Jetztzeit. Das Vorkommen der Art in der Kreide nach A. WOODWARD & B. W. THOMAS, The microscopical Fauna of the Cretaceous in Minnesota etc.², Seite 32; die auf Pl. C. mitgetheilten Figuren scheinen mir jedoch schwerlich sich auf die fragliche Art, wie sie in Chall. beschrieben und abgebildet ist, beziehen zu können.
Wahrscheinlich ist die Art mit der von MUNTHE in der Kreide Schønens gefundenen *Bulimina* cfr. *pupoides* (H. MUNTHE, Till kändedom om foraminiferfaunan i Skånes kritsystem. G. F. F. Bd. 18, Heft 1. 1896, Seite 28) identisch.
7. — *marginata* D'ORB. — 1 Exemplar. Tertiär—Jetztzeit.
8. — *buchiana* D'ORB. — 1 Exemplar. Tertiär—Jetztzeit.
9. — sp. — Nicht selten. Kreide.

Grosse Exemplare, ihrem Bau nach am nächsten an *B. affinis* erinnernd. War auch unter den Foraminiferen zu finden, die bei der oben erwähnten Schlammung von Kreide aus Rügen angetroffen wurden.

10. *Bolivina dilatata* REUSS — Nicht selten. Kreide—Jetztzeit. Das Vorkommen der Art in der Kreide nach A. WOODWARD & B. W. THOMAS (a. a. O. Seite 33, Pl. C, Fig. 26); die in der Moräne gefundenen Exemplare sind völlig identisch mit der von den erwähnten Forschern mitgetheilten Abbildung der Art. Auch einige von EHRENB. 's Figuren in seiner »Microgeologi« dürften sich auf diese Form beziehen, wie das auch in Chall. Seite 418 hervorgehoben wird. MUNTHE scheint die Art auch in der Kreide Schønens angetroffen zu haben (a. a. O. Seite 28). Neben der typischen Form finden sich nicht wenige Exemplare, die

¹ Mittheil. Naturwiss. Vereins Neu-Vorpommern u. Rügen. Jahrg. 10, 1878.

² The geological and natural history Survey of Minnesota 1885—1892. Vol. III, Part. 1 (Paleont.).

zu *Bolivina robusta* BRADY zu stellen sind; ich habe aber hier beide Formen zusammengeführt in Übereinstimmung mit A. GOËS, A synoptis of the arctic and scandinavian recent marin Foraminifera etc. K. Sv. Vet.-Ak. Handl. Bd 25, No. 9 (1894), Seite 50. Es lässt sich jedoch in Frage stellen, ob nicht die genannte Form wenigstens als *Varictät* von *B. dilatata* aufgestellt zu werden verdient.

11. *Bolivina* cfr *reticulata* HANTKEN — 1 Exemplar. Tertiär—Jetztzeit.

Die Struktur (die »Maschen« des Netzwerkes) bedeutend regelmässiger, als das mit den Figuren in Chall. der Fall ist.

12. — *rhomboidalis* EHRENB. — 1 Exemplar. Kreide. Syn. *Grammostomum rhomboidale* EHRENB. (Microgeologi T. XXIX, Fig. 28; T. XXXII, Fig. 19.)

13. — *myoglossa* (EHRENB.) — 2 Exemplare. Kreide. Syn. *Grammostomum Myoglossum* EHRENB. (a. a. O. T. XXII, Fig. 18).

Da EHRENBURG den von ihm abgebildeten Foraminiferen aus Rügen, Möen und anderen Stellen keine Beschreibung folgen lässt, ist es allerdings gewagt, diese einer Bestimmung zu Grunde zu legen; ich halte jedoch dafür, dass, was die beiden letztgenannten Arten (12 und 13) betrifft, kein Zweifel über die Richtigkeit der gemachten Identifizierung obwalten kann.

14. — *decurrens* EHRENBURG (MARSSON) — 1 Exemplar. Kreide. Beschrieben und abgebildet von MARSSON (a. a. O. Seite 156, Taf. III, Fig. 24).

Syn. *Grammostomum*? *decurrens* EHRENB.

15. **Cassidulina crassa* D'ORB. — 3 Exemplare. Tertiär—Jetztzeit.

16. **Lagena laevis* MONT. — 1 Exemplar. Obersilur—Jetztzeit.

17. * — *semistriata* WILLIAMS. — 1 Exemplar Tertiär—Jetztzeit.

Vgl. A. GOËS (a. a. O. (Seite 76) Tab. XIII, Fig. 737).

18. * — *striata* D'ORB. — 3 Exemplare. Kreide—Jetztzeit.

Vorkommen in der Kreide (Schonens) nach H. MUNTIE (a. a. O. Seite 27).

19. * — *sulcata* WALK. & JAC. — 9 Exemplare. Obersilur—Jetztzeit.

20. * — *acuticossa* REUSS — 1 Exemplar. Kreide—Jetztzeit.

Chall. Pl. LVIII, Fig. 21.

21. — *hexagona* WILLIAMS. — 1 Exemplar. Tertiär—Jetztzeit.

Chall. Pl. LVIII, Fig. 33.

22. — *feildeniana* BRADY — 1 Exemplar. Kreide—Jetztzeit.

Die Art, die nach Chall. nur als recent bekannt sein soll, ist später von MADSEN (a. a. O. Seite 194) in fossilem Zustande in quartären Lagern (»äldre Yoldialerlag«) im südlichen Jütland, und von MUNTIE (a. a. O. Seite 27) in der Kreide Schonens gefunden worden.

23. — *orbignyana* SEG. — 2 Exemplare. Tertiär—Jetztzeit.

Die beiden äusseren »Carinae« stark hervortretend, die

mittlere durch eine niedrige, breite Erhöhung, ungefähr wie auf Fig. 1, Pl. LIX, Chall., schwach angedeutet.

24. **Lagena mariginata* WALK. & BOYS — 2 Exemplare. Kreide—Jetztzeit.
25. **Nodosaria pauperata* D'ORB. — 6 Exemplare. Kreide—Jetztzeit¹.
26. — *Boueana* D'ORB. — 1 Exemplar. Kreide—Jetztzeit.
27. — *soluta* REUSS — 2 Exemplare. Kreide—Jetztzeit.
28. — *laevigata* D'ORB. — 2 Exemplare. Trias—Jetztzeit.
29. — cfr *aqualis* REUSS — 1 Exemplar. Trias?—Jetztzeit.
30. *Fronicularia* sp. — 1 (fragmentarisches) Exemplar.
31. *Cristellaria crepidula* FICHT. & MOLL — 1 Exemplar. Lias—Jetztzeit.
32. — *gibba* D'ORB. — 3 Exemplare. Kreide—Jetztzeit.
33. — *rotulata* LAM. — 1 Exemplar. Trias—Jetztzeit.
34. **Polymorphina lactea* WALK. & JAC. — 4 Exemplare. Jura—Jetztzeit.

Wenigstens ein paar von den gefundenen Exemplaren stimmen am besten mit *P. communis* D'ORB. (Chall. Pl. LXXII, Fig. 19) überein; diese Art wird aber hier mit *P. lactea* nach dem Vorgange von A. GOËS in seiner vorhin citierten Arbeit zusammengeführt.

35. *Uvigerina* cfr. *cristata* MARSSON — Nicht selten. Kreide.
36. — sp. — Nicht selten.
37. **Globigerina bulloides* D'ORB. — Häufig. Kreide—Jetztzeit.

Einige Exemplare bilden den Übergang zu *G. cretacea* D'ORB. nach Fig. in Chall., andere und zwar noch zahlreichere zu D'ORBIGNY's eigenen Abbildungen dieser Art (Mém. Soc. géol. Fr. Vol. 4, Pl. III, Fig. 12—14), die jedoch, wie es scheint, von *G. bulloides* schwer zu unterscheiden sind.

38. * — *aquilateralis* BRADY — Häufig. Kreide—Jetztzeit.

Es ist klar, dass es diese Art sein muss, die in EHRENBURG's Microgeologi (T. XXX, Fig. 26 (Rügen)) unter dem Namen »*Phanicrostomum asperum*» verzeichnet ist, wie das auch in Chall. Seite 606 angedeutet wird. Sonderbarer Weise wird die Art von den Verfassern (V. REUSS, V. HAGENOW, MARSSON), die nach EHRENBURG die Foraminiferenfauna in der Kreide auf Rügen untersucht haben, nicht angeführt². Ich habe indes beim Schlämmen von Kreideproben aus dieser Gegend gefunden, dass sie sehr häufig vertreten ist und in der That eine der vier Arten (*Orbulina universa*, *Textularia globulosa*, *Globigerina bulloides* und *G. aquilateralis*) ausmacht, die als in der Probe häufig vorkommend bezeichnet werden können.

39. *Globigerina* sp. — 2 Exemplare.

Die Anordnung der Kammern ungefähr wie bei *G. rubra*

¹ Der Bestimmung der zur Gattung *Nodosaria* gehörigen Arten liegt die vorhin erwähnte Arbeit von A. GOËS, A Synopsis of the arct. and scand. rec. mar. Foram. etc. zu Grunde.

² Vgl. H. MUNTHE, a. a. O. Seite 32.

D'ORB. Es war jedoch keine der für die genannte Art charakteristischen Aperturen wahrzunehmen.

40. *Orbulina universa* D'ORB. — Häufig. Lias—Jetztzeit.

41. *Spirillina vivipara* (?) EHRENB. — 8 Exemplare. Tertiär—Jetztzeit.

Perforierung undeutlich auch bei starker Vergrößerung, da sich aber sämtliche Exemplare als hyalin erwiesen, werden sie nicht zu der isomorphen *Cornuspira involvens* REUSS zu stellen sein.

42. *Discorbina orbicularis* TERQUEM — 1 Exemplar. Tertiär—Jetztzeit.

43. — sp. — 1 (fragmentarisches) Exemplar.

44. *Truncatulina lobatula* WALK. & JAC. — Nicht selten. Kreide—Jetztzeit.

45. **Truncatulina ungeriana* D'ORB. — Nicht selten. Kreide—Jetztzeit.

Vorkommen in der Kreide (Schonens) nach MUNTHE (a. a. O. Seite 28).

46. — sp. — 5 Exemplare.

47. *Anomalina ammonoides* REUSS — 2 Exemplare. Kreide—Jetztzeit.

48. *Pulvinulina* cfr. *partschiana* D'ORB. — 2 Exemplare. Trias—Jetztzeit.

49. * — cfr. *oblonga* WILLIAMS. — 2 Exemplare. Tertiär—Jetztzeit.

50. * — *karsteni* REUSS — 1 Exemplar. Kreide—Jetztzeit.

51. *Nonionina pompilioides* FICHT. & MOLL — 8 Exemplare. Tertiär—Jetztzeit.

52. * — *scapha*¹ FICHT. & MOLL — 3 Exemplare. Kreide—Jetztzeit.

Vorkommen in der Kreide (Schonens) nach MUNTHE (a. a. O. Seite 29). Die Art wird auch aus der Kreide Nordamerikas von WOODWARD & THOMAS (a. a. O. Seite 48, Pl. E, Fig. 35—36) angeführt; die mitgetheilten Figuren stimmen jedoch nicht zu den in der Moräne gefundenen Exemplaren, wohl aber zu Fig. 16, Pl. CIX in Chall. Die Exemplare aus der Moräne sind identisch mit Fig. 14—15, Pl. CIX Chall.; zwischen diesen und Fig. 16 desselben Werkes besteht ja eine ziemlich erhebliche Verschiedenheit.

53. ?*Polystomella striatopunctata* Var. *incerta* WILLIAMS. — 1 Exemplar. (Tertiär?) Jetztzeit.

Das Exemplar ist klein und wenig entwickelt und gestattet daher eine sichere Bestimmung nicht; vielleicht wäre es zu *Nonionina depressula* WALK. & JAC. zu stellen, wird aber hier wegen des damit verknüpften Interesses angeführt.

Aus diesem Verzeichnis ist ersichtlich, dass von dessen 53 Arten 16 früher von MADSEN angetroffen worden sind; die folgenden sind neu für das Lokal.

¹ Var. *labradorica* DAWSON wird nicht besonders verzeichnet; wäre dies der Fall gewesen, hätten mindestens ein paar von den gefundenen Exemplaren zu dieser Varietät gestellt werden müssen.

- Textularia* cfr *aculeata*.
Vorneuilina pygmæa.
 ? *Tritaxia minuta*.
Bulimina cfr *elegans*.
 » *pupoides*.
 » *marginata*.
 » *buchiana*.
 » sp.
Bolivina dilatata (incl. *B. robusta*).
 » cfr *reticulata*.
 » *rhomboidalis*.
 » *myoglossa*.
 » *decurrens*.
Lagena hexagona.
 » *feildeniana*.
 » *orbignyana*.
Nodosaria Boueana.
 » *soluta*.
 » *lævigata*.
 » cfr *æqualis*.
Fronicularia sp.
Cristallaria crepidula.
 » *gibba*.
 » *rotulata*.
Uvigerina cfr *cristata*.
 » sp.
Globigerina sp.
Orbulina universa.
Spirillina vivipara (?).
Discorbina orbicularis.
 » sp.
Truncatulina lobatula.
 » sp.
Anomalina ammonoides.
Pulvinulina cfr *partschiana*.
Nonionina pompilioides.
 (? *Polystomella striatopunctata* var. *incerta*).

Ausserdem sind von MADSEN folgende Arten angetroffen worden, die ich nicht habe wiederfinden können:

<i>Verneuilina</i> cfr <i>tricarinata</i> D'ORB.	. . . . .	1 Ex.
? <i>Gaudryina</i> <i>pupoides</i> D'ORB.	. . . . .	1 Ex.
<i>Bulimina</i> <i>affinis</i> D'ORB.	. . . . .	8 Ex.
<i>Lagena</i> <i>globosa</i> MONT.	. . . . .	11 Ex.
» <i>apiculata</i> REUSS	. . . . .	3 Ex.

<i>Lagena hispida</i> REUSS	2 Ex.
» <i>gracilis</i> WILLIAMS.	1 Ex.
» <i>laevigata</i> REUSS	1 Ex.
» <i>danica</i> MADSEN	1 Ex.
<i>Nodosaria roemeri</i> NEUGEB.	1 Ex.
» <i>mucronata</i> NEUGEB.	1 Ex.
<i>Cristellaria variabilis</i> REUSS	1 Ex.
<i>Polymorphina lanceolata</i> REUSS	1 Ex.
<i>Globigerina dubia</i> EGGER	2 Ex.
<i>Pullenia quinqueloba</i> REUSS	4 Ex.
<i>Sphaeroidina bulloides</i> D'ORB.	4 Ex.
<i>Discorbina globularis</i> D'ORB.	1 Ex.
<i>Truncatulina refulgens</i> MONTEF.	1 Ex.
» <i>haidingerii</i> D'ORB.	2 Ex.
<i>Rotalia beccarii</i> var. <i>lucida</i> MADSEN . . .	3 Ex.
» <i>soldanii</i> D'ORB.	5 Ex.
<i>Nonionina depressula</i> WALK. & JAC. . . .	Häufig.
» <i>boueana</i> D'ORB.	1 Ex.
<i>Polystomella striatopunctata</i> FICHT. & MOLL.	3 Ex.

Die Gesamtzahl der Foraminiferenarten incl. Varietäten, die von MADSEN und mir in der den Cyprinenthon unterlagernden Moräne bei Ristinge Klint angetroffen worden sind, beläuft sich somit auf nicht weniger als 77. Dass die Resultate der beiden Untersuchungen in Bezug auf die gefundenen Arten so weit auseinandergehen, dürfte sich in erster Linie daraus erklären lassen, dass die Mehrzahl der Arten in so wenig zahlreichen Exemplaren erscheinen¹; so z. B. sind bei MADSEN nicht weniger als 20 Arten, d. h. gerade die Hälfte sämtlicher von ihm angetroffenen Arten nur durch ein Exemplar vertreten.

Es darf ferner daran erinnert werden, dass, da die beiden Proben sich aus einer Moräne herschreiben, die in denselben vorkommenden Fossilien ganz gut aus ursprünglich vertikal oder horizontal sehr weit von einander abstehenden Lokalen stammen können; und da wir wissen, in welchem erheblichen Masse der Charakter der Fauna, zumal der Foraminiferenfauna, in verschiedenen *Kreidelagern* wechselt, kann die Verschiedenheit der beiden Proben in Bezug auf die Foraminiferenfauna nicht sehr befremden; denn dass die Foraminiferen sowohl in der von mir als auch in der von MADSEN untersuchten Probe mit äusserst wenigen Ausnahmen aus zerstörten Kreidelagern herrühren, das halte ich aus gleich anzugebenden Gründen für über jeden Zweifel erhaben.

¹ Nach den Mittheilungen, die ans Licht getreten sind, nachdem das Obenstehende schon geschrieben war, ist eine sehr wichtige mitwirkende Ursache dieses Umstandes darin zu suchen, dass MADSEN's Untersuchung *eine blos partielle* ist (vgl. V. MADSEN, En berigtigelse etc. G. F. F. Bd. 18. Heft. 2, Seite 107).

Es besteht jedoch zwischen den beiden Artenlisten eine Differenz, die einige Aufmerksamkeit verdient, die nämlich, dass einerseits *Orbulina universa*, die in meiner Probe die vielleicht am stärksten vertretene Art war, bei MADSEN fehlt, und dass andererseits die bei ihm häufige *Nonionina depressula* von mir nicht mit Sicherheit nachgewiesen werden konnte. Erstere Art ist die häufigste unter den Foraminiferen der Kreide (auf RÜgen) (vgl. MARSSON a. a. O. Seite 163), letztere ist nach MADSEN im Grossen und Ganzen die in den quartären Ablagerungen Dänemarks am stärksten vertretene Form, und es dürfte neben den in quartären Lagern ebenfalls häufigen Arten *Rotalina beccarii* Var. *lucida* und *Polystomella striatopunctata* in erster Reihe diese letztgenannte sein, die MADSEN zu der Annahme veranlasst hat (a. a. O. Seite 161), dass die Foraminiferen der untersuchten Moränenprobe *zum grössten Theil* als aus einer *zerstörten präglacialen* marinen Ablagerung herrührend zu betrachten seien¹, eine Annahme, die schon deshalb wenig wahrscheinlich erscheinen muss, weil man ja meines Wissens die Foraminiferenfauna keiner einzigen zweifellos präglacialen Ablagerung kennt. Natürlich will ich nicht behaupten, dass die drei letztgenannten Arten Kreideformen seien, aber in Bezug auf mindestens 90 % von den übrigen halte ich dafür, dass sie aus der Kreide stammen².

Ich kann in diesem Zusammenhange auch nicht umhin, meinem Erstaunen über die Äusserung MADSEN's auf Seite 159 (I. F.) Ausdruck zu geben, dass »moräneleret indeholdt *ikke* Cyprinalerets Foraminiferer»³, eine Äusserung, die sehr befremden muss, wenn man sie gegen die Angaben über die Foraminiferen des Cyprinenthons hält, die derselbe Verfasser

¹ Das bezieht sich indess nach MADSEN's Erklärung, En berigtigelse etc., Seite 107, nur auf die in seiner Artenliste verzeichneten Foraminiferen und somit nicht auf die Foraminiferenfauna in ihrer Gesamtheit.

² Zur Begründung dieser meiner Ansicht glaubte ich ausser der Analogie auch den Umstand heranziehen zu dürfen, dass MADSEN die Gründe nicht näher angegeben hatte, die für ihn in dieser Frage massgebend gewesen waren. Seitdem aber jetzt die höchst auffallende Mittheilung ans Licht getreten ist (vgl. V. MADSEN, Nogle bemærkninger etc. G. F. F. Bd. 18. Heft 6, Seite 548), der Erhaltungszustand der von MADSEN aus der Ristinge-Moräne angeführten Foraminiferen sei ein derartiger, dass man nothwendig annehmen müsse, dass sie sich aus quartären Lagern herschreiben, wird meine oben ausgesprochene Ansicht allerdings eine vollständig subjektive. Entweder macht sich eine verschiedene Auffassung dessen geltend, was in Bezug auf den Erhaltungszustand als erforderlich gelten müsse, um dazu zu berechtigen, einer Foraminifer quartäres Alter beizulegen, oder *beide Proben sind ihrer Herkunft nach ganz verschiedenartig*, welch letztere Alternative durch das zahlreiche Vorkommen von *Nonionina depressula* in einer der beiden Proben und das Fehlen derselben in der anderen nicht unwahrscheinlich gemacht wird.

Ich kann jedoch nicht unterlassen darauf aufmerksam zu machen, dass MADSEN seiner oben citierten Behauptung eine etwas zu weite Fassung gegeben haben muss, falls sie sich überhaupt mit seiner ersten Äusserung in Einklang bringen lassen soll, dass zum mindesten ein Theil der von ihm angeführten Foraminiferenfauna präquartär sei.

³ Und auf Seite 52: »Prøven viste sig ved denne Undersøgelse at indeholde adskillige Foraminiferer men afgjort *ikke*» (kurs. von V. MADSEN) »Cyprinalerets Foraminiferer».

im Tableau af Seite 59 mittheilt. Aus diesem Tableau ersieht man, dass die erwähnten Foraminiferen *Nonionina depressula*, *Polystomella striatopunctata* und *Rotalina beccarii* Var. *lucida* sowie ausserdem *Polymorphina lactea* zu den häufigsten Formen des Cyprinenthons gehören und zusammen genommen etwa ein Drittel sämtlicher im Cyprinenthon gefundenen Foraminiferenarten ausmachen; sie sind sämtlich von MADSEN auch in der Moräne (»moräneleret«) angetroffen worden, und zwar ist die *Nonionina depressula* häufig.

In Erwägung dieser Thatsache kann man daher MADSEN unmöglich beipflichten, wenn er meint (vgl. a. a. O. S. 159), es sei ihm gelungen »ad paläontologisk Vej« nachzuweisen, dass der Cyprinenthon jünger als die fragliche Moräne sei; sondern man wird sich mit den Beweisen, die bereits früher in dieser Frage beigebracht worden sind, begnügen und sie für hinreichend halten müssen.

Was mich veranlasste, schon von vornherein mit der Möglichkeit zu rechnen, dass die Moränenfauna, auch in Bezug auf die Foraminiferen, der Kreide angehöre, waren die vorhin erwähnten, in der Moräne beobachteten Kreidefossilien und die winzigen Kreidestückchen. Diese als möglich angenommene Vermuthung wurde zur Gewissheit, als es sich bei der zum Vergleich vorgenommenen Schlämmung von Kreide aus Rügen herausstellte, dass die Fauna derselben ihrem allgemeinen Charakter nach in der Hauptsache mit derjenigen der Moräne vollständig übereinstimmte.

So erwiesen sich, wie bereits erwähnt, die vier in der Moräne häufig vertretenen Arten als ebendieselden, die der Foraminiferenfauna der genannten Kreideprobe ihr allgemeines Gepräge aufdrückten; ausserdem kehrten in derselben viele anderen von den in der Moräne angetroffenen Formen wieder, namentlich verschiedene von denjenigen, die sich hinsichtlich ihrer Art nicht haben näher bestimmen lassen, und von denen ich gegenwärtig nur sagen kann, dass sie bisher mit keinen jetzt lebenden Foraminiferen haben identifiziert werden können; wahrscheinlich sind sie ausgestorbene Kreideformen und legen nebst den mit Sicherheit als ausgestorben nachgewiesenen Kreideforaminiferen ein zuverlässiges Zeugnis davon ab, dass die primäre Lagerstelle des hauptsächlichen Theiles der Fauna in Kreide und nicht in quartären oder, genauer gesagt, präglacialen Lagern gewesen ist, denn, so viel mir bekannt ist, sind in quartären Lagern keine Foraminiferen gefunden worden, die nicht zugleich als recent angetroffen worden wären¹.

Übrigens muss es doch wohl auch unwahrscheinlich vorkommen, dass die hydrographischen Verhältnisse während des präglacialen Abschnittes der Quartärperiode von den z. B. zur Zeit der Bildung des Cyprinenthons herrschenden so sehr verschieden gewesen sein sollten, dass sie eine so verschiedenartige Fauna ermöglicht hätten; ich habe dabei zu-

¹ Eine Ausnahme bildet möglicherweise *Lagena danica* MADSEN, nicht zu gedenken der Varietät *lucida* von *Rotalina beccarii*.

nächst die Tiefeverhältnisse im Auge, die für den grösseren oder geringeren *Artenreichtum* der Foraminiferenfauna in erster Linie massgebend sein dürften. Im Zusammenhang damit möchte ich darauf aufmerksam machen, dass man sich durch den Umstand, dass in der Litteratur keine Angaben über das geologische Auftreten einiger der in der Moräne gefundenen Foraminiferen aus älteren Formationen als der Tertiärformation zu finden sind, nicht zu einer allzu weitgehenden Schlussfolgerung verführen lassen darf. Dieser Umstand ist wahrscheinlich zum grossen Theil dem Mangel an Untersuchungen zuzuschreiben, namentlich was die Kreidebildungen in den Gegenden um das südbaltische Gebiet herum betrifft. Hätten z. B. nur die Angaben in Chall. und nicht auch die spätere Litteratur zu Gebote gestanden, wäre die Zahl der Arten, die im Verzeichnis als während der Kreideperiode lebend angesetzt worden, eine wesentlich geringere geworden¹. Schliesslich will ich noch als einen sprechenden Beweis eine Thatsache hervorheben, die zwar demjenigen, der keinen Vergleich zwischen den Foraminiferen der Kreide und denen der Quartärperiode angestellt hat, als wenig bedeutend erscheinen mag, nämlich das äussere Aussehen der in der Moräne enthaltenen Foraminiferenfauna, das ausserordentlich sehr an dasjenige der Kreideforaminiferen erinnert, und zwar durch die *opaken*, kalcinierten, anscheinend dicken Schalen, welche einen scharfen Kontrast zu den mehr *hyalinen*, anscheinend dünneren Schalen der Quartärforaminiferen bilden². Es lässt sich auf diese Weise gewöhnlich mit sehr grosser Wahrscheinlichkeit entscheiden, ob eine Form der Quartärperiode angehört oder nicht, was zur Vermeidung von Fehlschlüssen beim Studium quartärer Bildungen von grosser Bedeutung sein kann, zumal wenn Kreidelager mit ihren Unmassen von Foraminiferen in der Nähe vorhanden sind.

Indess finden sich unter den von mir in der Moräne angetroffenen Foraminiferen einige wenige Formen, die sich eben durch ein derartiges hyalines, »diluviales« Aussehen auszeichnen, nämlich vor allem die als nicht sicher bestimmbar bezeichnete Varietät von *Polystomella striatopunctata*, sowie bis zu einem gewissen Grade die gefundenen Exemplare von *Cassi-*

¹ Dass MADSEN bei dem Vergleich mit den Foraminiferen der Kreideablagerungen, zu welchem er auf Grund seiner (unvollständigen) Untersuchung über die Foraminiferen der Ristinge-Moräne berechtigt zu sein geglaubt hat (Nogle bemærkninger etc. Seite 548), zu dem Resultate gelangt ist (a. a. O. Seite 549), — Niemand könne mit Sicherheit behaupten, dass die Ähnlichkeit zwischen der Ristinge-Fauna und den Kreidefaunen eine übertrieben grosse wäre, noch in Abrede stellen, dass eine ganz andere Übereinstimmung zwischen jener (der Ristinge-Fauna) und den in den quartären Ablagerungen gefundenen Faunen bestünde, — kann uns wahrlich nicht Wunder nehmen, wenn wir uns daran erinnern, dass nach MADSEN's eigener ausdrücklicher Aussage die in der Moränenprobe vorhandenen Kreideformen *vor der Anstellung des Vergleiches möglichst sorgfältig beseitigt wurden*.

² Neben anderen sehr werthvollen Mittheilungen, die in MADSEN's oft citirter Arbeit über »Istidens Foraminiferer etc.« enthalten sind, wird auch auf diesen Umstand und die daraus zu ziehenden Schlüsse aufmerksam gemacht. Meine obige Äusserung schliesst sich also unbedingt an diese zuerst von MADSEN berücksichtigte und von Niemand in Abrede gestellte Thatsache an; und es scheint mir, als ob auf Grundlage derselben es nicht unmöglich wäre, eine vollständige Übereinstimmung hinsichtlich der hier erörterten Fragen zu erzielen.

dulina crassa und möglicherweise einige andere (*Spirillina vivipara*)(?). Sie bilden zusammen mit den von MADSEN gefundenen Arten *Nonionina depressula*, *Nonionina boueana*, *Rotalina beccarii* Var. *lucida* und *Polystomella striatopunctata* eine Gruppe, der mit Sicherheit das Heimathsrecht in der Kreide abgesprochen werden muss; sie werden vielmehr als aus tertiärer oder quartärer Zeit stammend zu betrachten sein.

Es wäre jetzt von grossem Interesse gewesen, sogar auf die Gefahr hin den Rahmen dieses Aufsatzes zu überschreiten, auch die auf Profil A scheinbar überliegende Moräne auf das Vorhandensein von Foraminiferen zu untersuchen, um zu ermitteln, in wie weit die Foraminiferenfaunen der beiden Moränen mit einander übereinstimmen, bzw. auseinandergehen. Vielleicht hätte man auf diese Weise zum mindesten einen Anhaltspunkt zur Entscheidung der Frage gewonnen, ob sie wirklich eine den Cyprinenthon überlagernde Moräne und somit jünger als dieser sei; wenn dies der Fall wäre, müsste sie aller Wahrscheinlichkeit nach eine weit grössere Anzahl von solchen quartären, aus den, was die Individuenzahl betrifft, so zahlreichen Foraminiferen des genannten Thones stammenden Formen enthalten. Leider stand mir aber das zu einer solchen Untersuchung erforderliche Material nicht zu Gebote.

Lager 7—1 unten.

Da die aus den genannten Lagern entnommenen Thonproben beim Schlämmen das gleiche Resultat d. h. ein vollständig negatives ergaben, und da diese Proben auch sonst ziemlich gleichartig waren, kann ich sie hier in der folgenden allgemeinen Charakteristik zusammenfassen: grauer, sehr dichter, feiner Thon ohne jede Spur von Organismen¹.

Dieser gänzliche Mangel an Fossilien muss befremden, da man ja erwartet hätte, dass dieser Thonhorizont eben den unteren Theil des Cyprinenthons oder das sog. »*Cyprinalag*» ausmachen sollte, das bekanntlich nach JOHNSTRUP zwischen dem Süsswasserlager und der unteren Moräne gelegen ist, und das bei Ristinge Klint von ersterem direkt überlagert und von letzterer direkt unterlagert wird. Welche die Ursache auch sein mag, so ist offenbar hier kein »*Cyprinalag*» vorhanden, wohl aber findet sich, wie wir weiter unten sehen werden, eine entsprechende Bildung in einem weiter nach oben gelegenen Theil der Lagerserie.

Das mithin die genannten Thonlager nicht dem eigentlichen Cyprinenthon angehören, darf wohl schon nach dem vorhin gesagten als aus-

¹ Bei einer später vorgenommenen Schlämmung einer aus sämtlichen Lagern entnommenen Probe habe ich indess eine einzige Foraminifer (*Globigerina aquilateralis*) gefunden; das Exemplar ist selbstverständlich sekundär eingelagert und stammt aller Wahrscheinlichkeit nach aus der Kreide her; es kann somit die Giltigkeit des oben Gesagten schwerlich beeinträchtigen.

gemacht gelten, wie andererseits auch dass die Entstehung derselben unter wesentlich anderen Bedingungen als die des Cyprinenthons stattgefunden hat. Wie sich diese Bedingungen gestaltet haben, lässt natürlich nicht mit Sicherheit entscheiden, am wahrscheinlichsten aber ist wohl, dass die Lager in nahem Anschluss an die Abschmelzung des Eises entstanden sind, eine Vermuthung, die auch durch die sandige Grundsicht bestätigt wird, welche wahrscheinlich mit dem mächtigen Sandhorizonte *b* zusammengehörig ist; vermuthlich ist also zunächst dieser Sand abgelagert worden, und dann, in dem Masse wie die Abschmelzung fortschritt, und das Eis sich zurückzog, der überliegende, feine Thon; ich halte mit anderen Worten dafür, dass dieser Thon zunächst als eine »Hvitåbildning« aufzufassen ist.

Dass die ganze Ablagerung des fraglichen Thones (*Lager C*, Profil *A*) sich in verhältnismässig kurzer Zeit vollzogen haben kann, ist zwar wahrscheinlich, dass sie aber so schnell vor sich gegangen sein sollte, dass man auf Grund dessen annehmen könnte, dass keine Organismen hätten einwandern können, ist wohl kaum glaublich, sondern das Fehlen der Fossilien erklärt sich wohl am besten durch die Annahme, dass die Sedimentation in einem aus irgend einer Ursache vollständig abgesperrten Seebecken stattgefunden habe.

Ein vollständiges Gegenstück zu dem soeben geschilderten Verhältnis, d. h. das Vorhandensein von nur fossilienfreien Ablagerungen zwischen dem Süsswasserlager und der unteren Moräne, weist der Cyprinenthon, so viel aus der einschlägigen Litteratur ersichtlich ist, an den bisher bekannten Fundorten desselben nirgends auf.

Dass indess der Cyprinenthon nicht immer direkt auf der unteren Moräne ruht, sondern von derselben gerade durch solchen fossilienfreien Thon und Sand getrennt sein kann, geht unter anderem aus JOHNSTRUP's Beschreibung und Profil über die Lagerungsweise des Cyprinenthons von Trandrup Klint auf Ärö hervor. Daraus ist ersichtlich, dass unmittelbar über der unteren Moräne zuerst Glacialsand und dann »brunt, flammet, sandet Ler« ruhen, alles ohne Fossilien; erst darauf folgt Cyprinenthon; dass jedoch der genannte braune Thon dem Aussehen nach von dem grauen Thon des Ristinge Klint weit absteht, davon habe ich mich selbst durch eine Probe überzeugen können, obgleich ich nicht im Stande war, in derselben etwas von der genannten flammigen oder sandigen Beschaffenheit zu entdecken. Es ist möglich, dass diese Verschiedenheit des äusseren Aussehens nur eine Art verschiedene »Facies«-Ausbildung eines der Bildungsweise nach im übrigen identischen Thones ist.

Das Lager unmittelbar unter dem Süsswasserlager.

Probe ca 0.1 Liter.

Sehr sandiger, rostiger Thon. Wie aus Profil B hervorgeht, handelt es sich hier eigentlich nicht um ein besonderes Lager, sondern nur um die Grenzschrift zwischen dem unterliegenden fossilienfreien Thone und dem überliegenden Süsswassersande oder vielleicht richtiger um das Übergangsglied zwischen diesen, denn, was die Beschaffenheit des Materiales betrifft, wird sich eine scharfe Grenze kaum ziehen lassen, wenn wir uns auf der anderen Seite wahrscheinlich auch nicht, wie weiter unten zu zeigen sein wird, eine ununterbrochene Sedimentation zu denken haben. Es ist klar, dass dieser sandige Thon unter Verhältnissen entstanden sein muss, die von denjenigen etwas verschieden waren, unter denen der unterliegende durchgängig feine, graue Thon abgesetzt wurde, und wir haben mit Sicherheit die Ursache dieser Veränderung in dem Eintreten einer Landhebung zu sehen, die das Ufer näher gerückt und die Entstehung gröberen Materials ermöglicht hätte. Beweise für eine Veränderung der Absetzungsbedingungen giebt uns ausser der Beschaffenheit des Sedimentes selbst auch der Umstand an die Hand, dass wir hier zuerst Fossilien antreffen. Vor der Schlammung waren allerdings keine zu entdecken, aber nach derselben stellte es sich heraus, dass die Probe ziemlich viele, wiewohl äusserst fragmentarische Schalen von *Ostracoden* enthielt; keine anderen Fossilien wurden gefunden.

Es war nun von Interesse, über den Charakter der genannten Ostracoden Auskunft zu erhalten, und in dieser Absicht wagte ich es, mich an Herrn Professor W. LILLJEBORG mit dem Ersuchen zu wenden, dieselben zu bestimmen, was er denn auch in der lebenswürdigsten Weise that. Diese Untersuchung ergab, dass sich unter den im übrigen unbestimmbaren Schalenfragmenten sich eine beinahe ganze Schale befand, die einer jungen Form von der Art *Candona candida* (MÜLLER) angehört hatte. Diese *Ostracode* ist nach BRADY & NORMAN¹ eine Süsswasserform, die auf den Britischen Inseln in Teichen und Gräben häufig vorkommt und übrigens über fast ganz Europa verbreitet ist; es liegen jedoch keine Angaben vor, dass die Art in arktischen Gegenden vorkomme. Bekanntlich ist sie von MUNTHE² in den Ablagerungen des Ancylussees angetroffen worden, und wird von diesem Forscher eben als ein für diese Süsswasserbildungen charakteristisches Fossil angeführt.

Mit demselben Recht muss das hier in Rede stehende Lager (Grenzschrift), aus dem die Probe entnommen wurde, als eine wirkliche Süsswasserbildung bezeichnet und zu dem überliegenden Süsswasserlager

¹ The scientific Transactions of the Royal Dublin Society. Vol. IV. (Series II). Dublin 1889.

² Über die sogenannte "undre grålera" und einige darin gefundene Fossilien (Bull. Geol. Instit. Upsala. N:o 2, Vol. 1, 1893).

Bull. of Geol. 1896.

(a. Profil B) gestellt werden. Der Fund des genannten Fossils zeigt ja auch an, dass die klimatischen Verhältnisse zur Zeit der Bildung des Lagers gemässigt gewesen sein müssen und somit einen sehr scharfen Gegensatz zu denjenigen gebildet haben, die aller Wahrscheinlichkeit nach während der Entstehung z. B. des unmittelbar unterliegenden Lagers (Lager 1 unten) geherrscht hatten. Es ist ebenfalls sehr wahrscheinlich, wie weiter unten des Näheren ausgeführt werden soll, dass eine klimatologische Übergangsphase existiert haben wird, dass aber das Lager, das dieselbe vertreten haben würde, aus irgend einer Ursache gerade an der Stelle fehlt, wo die Probenserie eingesammelt wurde.

Das Süsswasserlager (a).

Aus diesem Lager standen mir zwei Proben zur Verfügung, von denen ich hier die eine mit A, die andere mit B bezeichne.

Die Probe A, die aus reinem Sand besteht, vertritt das eigentliche Süsswasserlager (den Süsswassersand); ihr wird daher hier die grösste Aufmerksamkeit zugewendet werden. Die Probe B hingegen besteht aus etwas thonigem Sand und ist als ausschliesslich aus der Grenzschrift zwischen dem Süsswassersand und dem überliegenden Thonlager δ_1 herrührend zu betrachten. Eine nähere Angabe über die Beziehung der beiden Proben unter einander liegt indess nicht vor, nur soll die Probe B angeblich »aus thonigerem Material infolge eines stufenweisen Überganges von dem Süsswassersande« bestehen; daraus erhellt, dass sie den Sand überlagern und eben ein Übergangsglied zwischen diesem und dem Lager δ_1 ausmachen muss.

Probe A. (ca 0.1 Liter).

Reiner, feiner Sand mit zahlreichen Fragmenten von Molluskenschalen, von denen einige grössere der Gattung *Unio* angehören.

Die Schalen waren sammt und sonders äusserst zerbrechlich und bekundeten sich schon dadurch als Schalen von Süsswassermollusken; sie zerbröckelten beim Schlämmen so sehr, dass sie eine Artenbestimmung kaum ermöglichten, was jedoch von geringerer Bedeutung war, theils weil die Süsswassermolluskenfauna dieses Lagers durch die vorhin citierte Abhandlung JOHNSTRUP's bereits hinlänglich bekannt ist¹, theils, und zwar vor allem, weil es der Hauptzweck des Schlämmens war zuzusehen, ob und in wie weit die Angabe JOHNSTRUP's, dass in dem fraglichen Lager marine Schalen zusammen mit den Süsswasserformen vorhanden seien, hier

¹ JOHNSTRUP führt folgende Arten an: *Valvata piscinalis*, *Pisidium Henslowianum*, *Pisidium obtusale?*, *Unio tumidus*, *Anodonta* sp. Besonders die beiden *Pisidium*-Arten sind ausgeprägte Strandformen. *Valvata piscinalis* ist hinsichtlich ihrer geographischen Ausbreitung kosmopolitisch, die übrigen scheinen eine mehr südliche als nördliche Ausbreitung zu besitzen. (Vgl. C. A. WESTERLUND, Fauna d. in d. paläarkt. Region leb. Binnenconchylien).

eine Bestätigung finden würde. Wie bereits erwähnt worden ist, hat nämlich JOHNSTRUP die Ansicht ausgesprochen, dass dieses Lager nicht in einem Süßwasserbecken, sondern in Brackwasser abgesetzt worden sei, und dass die darin vorkommenden Süßwassermollusken aus irgend einem benachbarten Süßwasser hineingeschwemmt seien.

Das Resultat der Schlämmung wurde dieses, dass gar keine marinen Schalenreste erhalten wurden, sondern nur solche, welche den Gattungen *Pisidium* und *Valvata* angehören; von der letztgenannten Molluskenform fanden sich theils verschiedene Schalenfragmente theils mehrere Deckel. In der Probe waren weder Foraminiferen noch Diatomeen vorhanden, dagegen aber zahlreiche *Spongiennadeln*, die sich wohl somit am wahrscheinlichsten von Süßwasserspongien herschreiben. Ausserdem wurden einige Pflanzenreste, wahrscheinlich von unbestimmbarer Art, gewonnen.

Es liegt mithin nach dem oben gesagten gar kein Grund vor, diesem Lager den Charakter einer Süßwasserbildung, wie ihn MUNTZE (Balt. hafs. quart. hist. S. 47, 75) für ähnliche Bildungen angesetzt hat, abzusprechen; am richtigsten ist es wohl anzunehmen, dass, wenn einige Schalen sekundär eingelagert sind, dies die marinen sind, die hier von JOHNSTRUP angetroffen worden sein sollen. Auch das Material mit seiner rein sandigen Beschaffenheit widerspricht keineswegs der Annahme, dass ein Süßwasserbecken hier vorhanden gewesen sei; es giebt an, dass die Landhebung, die zur Zeit der Absetzung des vorigen Lagers ihren Anfang nahm, um diese Zeit ihren Höhepunkt erreicht und diese Strandbildung hervorgerufen hatte. Wie indessen diese Landhebung vor sich gegangen ist, und welche Ausdehnung das genannte Süßwasserbecken gehabt haben mag, lässt sich natürlich zur Zeit noch nicht mit Sicherheit entscheiden. Ich habe bereits bei der Besprechung des zu unterst befindlichen fossilienfreien sogenannten »Hvitå«-Thones die Ansicht ausgesprochen, dass auch diese Bildung in einem abgesperrten Seebecken abgesetzt sei; dass aber die direkte Ursache der Absperrung in beiden Fällen nicht die gleiche gewesen sein kann, ergibt sich ziemlich deutlich aus der verschiedenartigen Beschaffenheit des Materiales. Im letzteren Falle haben wir einen feinen Thon, der, wiewohl nicht unbedingt nothwendig, jedoch wahrscheinlich auf eine Periode von grösserer Landsenkung hindeutet, und wir können uns den Vorgang schwerlich anders vorstellen, als dass die genannte Absperrung in diesem Falle durch *Eis* vermittelt worden, eine Annahme, die um so wahrscheinlicher erscheinen muss, als der Thon, wie bereits angedeutet wurde, in nahem Anschluss an das Zurückweichen des Landeises abgesetzt worden zu sein scheint.

Um die Zeit hingegen, wo das Süßwasserlager gebildet wurde, hat eine Landhebung stattgefunden und durch die Entstehung neuer Festlandsbildungen ein Binnenseebecken ermöglicht. Dass hier von einer durch das Eis bewirkten Aufdämmung nicht die Rede sein kann, geht unter anderem aus der fossilen Fauna des Süßwasserlagers hervor, die einen ziemlich gemässigten Charakter aufweist.

Indessen würde es Verwunderung erregt haben, dass die Süßwasserbildung mit ihrer temperierten Fauna direkt, d. h. ohne Vermittelung eines klimatologischen Übergangsgliedes, den glacialen sogenannten »Hvitå«-Thon überlagern kann, wenn man nicht mit der Wahrscheinlichkeit zu rechnen hätte, dass zwischen die genannten Bildungen das sogenannte »*Cyprinalag*« des Cyprinenthons zu verlegen wäre, von welchem jedoch, wie bereits erwähnt wurde, hier keine Spur vorhanden ist; dieses »*Cyprinalag*« mit seiner Fauna¹ könnte möglicherweise als ein solches Übergangsglied bezeichnet werden.

Probe B. (ca 0.05 Liter).

Etwas thoniger Sand. Vor der Schlämzung waren keine fossilen Überreste sichtbar, die Schlämzung ergab nur eine ganze Menge *Spongiennadeln*. Wie bereits hervorgehoben wurde, ist das Lager, dem die Probe entstammt, infolge der Beschaffenheit des Materials als ein Übergangsglied zum Lager *b*₁ anzusehen. Man darf vermuthen, dass die Landsenkung, für deren Existenz wir in dem letztgenannten Lager Beweise erhalten werden, bereits um diese Zeit ihren Anfang genommen habe, aber wegen des fast vollständigen Mangels an Fossilien ist an dieser Stelle darüber weiter nichts zu sagen. Ich möchte nur noch hinzufügen, dass sowohl diese als auch alle die übrigen Proben, somit auch der fossilienfreie, untere Thon, heftig zischten, wenn sie mit Säure in Berührung kamen.

Lager *b*₁.

Probe ca 0.1 Liter.

Sandiger, rostiger, graubrauner Thon mit zahlreichen, schichtförmig angehäuften Schalen und Abgüssen einer *marinen* Molluske, *Cardium edule* LIN. Die erwähnten Schalen und Abgüsse waren sämtlich sehr winzig, nur 3—4 Mm. breit. Beim Schlämzen wurden ausser einigen kleinen Fragmenten der angeführten *Cardium*-Art nur wenige, genauer gesprochen 15, *Foraminiferen* sowie *Spongiennadeln* gewonnen. Die *Foraminiferen* vertreten nur drei Gattungen und sind ihrer Art nach die folgenden: *Rotalina beccarii* LIN., *Nonionina depressula* WALK. & JAC. und *Polystomella striatopunctata* var. *incerta* WILLIAMS.; sie sind durch ungefähr die gleiche Anzahl Individuen vertreten.

Da die genannten *Foraminiferen* bei der Besprechung der weiter nach oben gelegenen Lager immer wieder zur Sprache kommen werden und unter den in denselben vorkommenden fossilen Resten stets eine vorherrschende Rolle spielen, dürfte es am Platze sein, schon hier einiges über ihre heutige Ausbreitung mitzuthemen.

Die beiden ersterwähnten *Foraminiferen*, *Rotalina beccarii* und *Nonionina depressula* scheinen ziemlich gleichartige Lebensbedingungen zu

¹ Vgl. die vorhin citierten Abhandlungen JOHNSTRUP's und MADSEN's.

verlangen. Beide sind unter die häufigsten Seicht- und Brackwasserformen zu zählen; sie leben nach Chall. in weniger als 50 »Fathoms» Tiefe. In den dänischen Gewässern (ausschliesslich der Ostsee) soll *Rotalina beccarii* von G. WINTHER¹ angeblich auf einer Tiefe von 8—22 »Favne» und *Nonionina depressula* im Skager-Rack, Kattegat, Öresund, Limfjord auf einer Tiefe von resp. 22, 9—11, 12 und 8 »Favne» angetroffen worden sein. In der Ostsee geht die letztgenannte Art nach F. E. SCHULZE² *wenigstens* (kursiviert von mir) bis an die Höhe von Warnemünde hinein, aber auffälligerweise scheinen in der Litteratur keine Angaben darüber vorzukommen, dass *Rotalina beccarii* wenigstens im westlichen Theile der Ostsee z. B. in der Gegend von Langeland sich finde; es scheint ja kaum irgend ein triftiger Grund vorzuliegen, weshalb die Art dort fehlen sollte.

Hinsichtlich der klimatischen Verhältnisse, unter denen die beiden Arten auftreten, sei erwähnt, dass *Nonionina depressula* *weite* Ausbreitung hat; *Rotalina beccarii* hingegen ist nach Chall. eine *südliche* Form³ und kommt somit nicht in arktischen und antarktischen Gegenden vor. Dabei ist jedoch zu bemerken, dass sie nach den Angaben von M. SARS⁴ längs der *ganzen* norwegischen Küste vorkommen soll, und dass die Art von MUNTHE⁵ in Eismeerthon aus Bohuslän angetroffen worden ist.

Was die genannte Varietät von *Polystomella striatopunctata* anlangt, mag erwähnt werden, dass sie nur von sehr wenigen Forschern als eine besondere Varietät verzeichnet wird. WINTHER (a. a. O. Seite 115) hat sie im Kattegat südlich bis zwischen Raageleie und Kullen gefunden, da aber seine Untersuchungen sich nicht auf die Ostsee erstreckt haben, darf man aus der genannten Angabe wohl nicht den Schluss ziehen, dass die Art dort fehlen sollte.

Da nun die angetroffene Muschel, *Cardium edule*, ein demjenigen der Foraminiferen, zumal der *Nonionina depressula*, ziemlich analoges Vorkommen hat, d. h. horizontale Ausbreitung w. (= weit) — jedoch kommt der Art begrifflicherweise ein mehr südlicher als nördlicher Charakter zu — vertikale Ausbreitung unbedeutend (an der norwegischen Küste 0—5 »Favne» nach G. O. SARS⁶, in der Ostsee bis zu 15 »Favne», sonst in den

¹ Fortegnelse over de i Danmark levende Foraminiferer. Naturhistorisk Tidsskrift. Bd. 9. Kjöbenhavn 1874.

² Jahresber. der Comm. zur wissenschaftl. Unters. d. deutsch. Meere in Kiel für d. Jahre 1872—73. Jahrg. II—III. Berlin 1875.

³ Die Bezeichnungen *weite* (*w*), *südliche* (*s*), *nördliche* (*n*) Ausbreitung werden hier und überall, wo nicht ausdrücklich anders bemerkt wird, in demselben Sinne gebraucht wie von MUNTHE, Balt. haf. s. quart. hist., Seite 23 (und zwar mit der auf Seite 35 erwähnten Erweiterung des Begriffes *nördlich*).

⁴ Om de i Norge forekommende fossile Dyrelevninger fra Quartärperioden. Universitetsprogram 1864. Christiania 1865.

⁵ Till frågan om den baltiska Yoldiamergelns fauna. Geol. Fören. i Stockholm Förel. Bd. 18, H. 1, Seite 36.

⁶ Bidrag til Kundskaben om Norges arktiske Fauna. I. Mollusca regionis arcticae Norwegiae. Christiania 1878.

dänischen Fahrwassern auf einer Tiefe von weniger als 1 »Favne« nach C. G. JOH. PETERSEN¹⁾ und ausserdem in Brackwasser oft vorkommend [die Art kommt im Bottnischen Meerbusen vor, wo sie einen Salzgehalt von nur ca 0.5 ‰ verträgt (H. MUNTIE: Prelim. Report on the Phys. Geogr. of the Litorina-sea²⁾], so zeigen die erwähnten Fossilien bestimmt genug an, dass wir es hier mit einer unter temperierten klimatischen Verhältnissen abgesetzten *Seicht-* und *Brackwasserbildung* zu thun haben, was, in Bezug auf den dem Lager zuzuschreibenden Charakter einer Seichtwasserbildung, durch die erheblich sandige Beschaffenheit des Materials bestätigt wird.

Die Landsenkung, die sich in der thonigen Beschaffenheit der vorigen Probe B. bekundete, hat sich somit hier durch die theilweise Versalzung des Süsswassers deutlich zu erkennen gegeben.

Dass indess die Versalzung zur Zeit der Bildung dieses Lagers sehr unbedeutend gewesen ist, ergibt sich namentlich aus der durchgehends geringen Grösse der *Cardium*-Exemplare, die auf sehr ungünstige Lebensbedingungen hindeutet, sowie bis zu einem gewissen Grade aus der geringen Zahl von Foraminiferen, die dieses Lager im Vergleich zu den oberen Theilen der Lagerserie aufweist, obwohl die Ursache dieser Thatsache, d. h. der Armuth der Foraminiferen an Individuen, in erster Linie nicht sowohl in dem geringen Salzgehalt des Wassers als vielmehr in dem Umstande zu suchen sein wird, dass das Wasser noch *allzu seicht* war. Wie dies zu verstehen ist, lehrt WINTHER's Äusserung (a. a. O. Seite 131) in Bezug auf die in den dänischen Gewässern jetzt lebenden Foraminiferen, dass »ingen Foraminifer er fundet paa ringere Dyb end fra 7—9 Favne«; und es ist sehr wahrscheinlich, dass um diese Zeit gerade die genannte Tiefe herrschend gewesen ist³⁾.

Was die Rolle betrifft, die man diesem Lager als einem Glied der Lagerserie beizulegen hat, so könnte man ja dasselbe auf der einen Seite, falls man unter dem Cyprinenthon des Ristinge Klint nur den marinen, fossilienführenden Thon versteht, der (theils unmittelbar unter, theils) unmittelbar über dem Süsswasserlager gelegen ist, recht gut zu dem Cyprinenthon stellen; auf der anderen Seite geht dies aber nicht gut an wegen der sandigen Beschaffenheit und des graubraunen Aussehens der Probe, die mit dem überliegenden reinen, grauen Thon sowie mit der vorhin erwähnten, JOHNSTRUP entlehnten, Definition des Cyprinenthons, der zufolge dieser eine reine »graugrüne« Thon-Art sein soll, nicht gut im Einklang stehen; am richtigsten lässt es sich wohl mit Rücksicht auf die gedachte sandige Beschaffenheit desselben als ein Übergangsglied zu dem Cyprinenthon bezeichnen, wie dieser durch das unmittelbar darauf folgende Lager *b₂* vertreten wird.

¹⁾ Det videnskabelige Udbytte af Kanonbaaden "Hauchs" Togter i de danske Have indenfor Skagen i aarene 1883—86. Kjöbenhavn 1889.

²⁾ Bull. of the Geol. Instit. of Upsala, No. 3, Vol. II, 1894.

³⁾ Die Durchschnittstiefe (8 »Favne«) deuten die Foraminiferenarten *Rotalina beccarii* und *Nonionina depressula* an.

Lager b_1 .

Probe ca 0.1 Liter.

Grauer Thon mit zahlreichen, gut erhaltenen Schalen von *Cardium edule* und der kleinen Schnecke *Cerithium reticulatum* DA COSTA.

Die Schalen waren wie im vorigen Lager in scharf begrenzten Schichten geordnet, hier waren aber die übrigens fast gleichgrossen *Cardium*-Schalen, die gewöhnlich zusammenhängend waren, von ansehnlicherer Grösse, etwa 1 Cm. breit. Der Thon erweist sich als in dünnen Schichten oder Lamellen gelagert, und die Schichtflächen findet man oft mit einer dünnen, weissen, staubigen Haut überzogen, die sich als von *Diatomeen* verursacht erwies.

Beim Schlämmen wurden ausser den genannten *Mollusken* ein paar *Ostracoden*-Schalen zahlreiche *Foraminiferen* (die hier nach Hunderten gezählt werden können) und *Diatomeen* gewonnen.

Aus dem oben gesagten ist es klar, dass hier ein wirklicher Cyprinenthon vorliegt; und dass das Lager, obwohl keine Exemplare von *Mytilus edulis* (vielleicht mit Ausnahme eines einzigen, äusserst unbedeutenden Fragmentes) angetroffen worden sind, trotzdem zu dem »*Mytiluslag*» desselben zu stellen ist, geht aus der Erörterung des nächstfolgenden Lagers hervor.

Die *rein thonige* Beschaffenheit des Materials und das *häufigere Vorkommen* von Foraminiferen beweisen deutlich genug, dass dieses Lager in etwas, wenn auch unbedeutend, tieferem Wasser als das vorige abgesetzt worden ist. Mit einer Ziffer den Unterschied des Niveaus genau angeben zu wollen, mag ja gewagt erscheinen, dürfte aber, wie mir scheint, in diesem Falle nicht einer gewissen Berechtigung entbehren. Hinsichtlich des Lagers b_1 habe ich mich dahin ausgesprochen, dass es wahrscheinlich auf einer Tiefe von ungefähr 7—9 »Favne« (ca 12.5—16 Meter) abgesetzt worden. C. G. J. PETERSEN (a. a. O.) giebt in Bezug auf die im Lager b_2 neu hinzugekommene Molluskenart *Cerithium reticulatum* an, dass sie in den dänischen Gewässern eine Tiefe von 10 »Favne« nicht überschreite, und da nun somit dieses letztere Lager b_2 beweislich auf grösserer Tiefe als das unmittelbar unterliegende b_1 entstanden ist, darf man wohl annehmen, dass die Landsenkung in der Zeit zwischen der Entstehung der beiden Lager nur einen bis ein paar Meter betragen habe. Auf alle Fälle lässt sich die bei der Absetzung des Lagers b_2 herrschende Tiefe nicht höher als ca 18 Meter (10 »Favne«) ansetzen.

Mit der zunehmenden Tiefe kann ja auch ein geringer Zuwachs an Salzgehalt verbunden gewesen sein, eine Vermuthung, die übrigens theils durch die bedeutendere Grösse der *Cardium*-Exemplare, theils durch das Vorkommen von *Cerithium reticulatum*, einer für Brackwasser weit empfindlicheren Form als die erstgenannte Art, bestätigt wird. Die erwähnte Schnecke gewährt einen Anhaltspunkt wenigstens für eine annähernde

Schätzung des damaligen Salzgehaltes. Als die Ostgrenze für die heutige Ausbreitung derselben lässt sich nach C. ACKERMANN¹ die Linie Gjedser Odde—Darsser Ort ansetzen; der heutige Salzgehalt dieser Gegend beläuft sich auf ein wenig über 1 ‰ oder für die beiden Orte resp. 1.01 ‰ und 1.06 ‰ (vgl. H. MUNTKE, Prelim. Report on the Phys. Geogr. of the Litorina-Sea). Die Zahl 1.01 ‰ kann somit als ein Minimiwerth für den Salzgehalt zur Zeit der Bildung des fraglichen Lagers betrachtet werden; und es ist, theils auf Grund dessen, was bereits über das Tiefeverhältnis u. s. w. um diese Zeit ausgeführt worden ist, theils auf Grund dessen, was sich aus der Erörterung des nächsten der Untersuchung unterzogenen Lagers ergibt, sehr wahrscheinlich, dass der Salzgehalt nicht sehr bedeutend die genannte Zahl (1.01 ‰) überstiegen habe, und auf alle Fälle steht es fest, dass nach der Fauna zu urtheilen während keines Abschnitts von der Ablagerung des Cyprinenthons der Salzgehalt dem daselbst heutzutage herrschenden [1.5 ‰ nach dem eben genannten Verf. (a. a. O. Pl. I)] näher gekommen ist als eben während der Absetzung des *Lagers b*.

Es ist also mit einer gewissen Beschränkung, was dieses Lager und natürlich in noch höherem Grade was Lager *b*₁ angeht, falls man nämlich letzteres zum Cyprinenthon stellen will, dass man annehmen kann, dass die von JOHNSTRUP (a. a. O.) ausgesprochene Ansicht, der Salzgehalt sei zur Zeit der Entstehung des Cyprinenthons grösser gewesen als in der Jetztzeit, als vollständig berechtigt gelten darf.

Das Vorkommen der genannten Schnecke *Cerithium reticulatum* giebt ebenfalls einen Beweis an die Hand, dass die *klimatischen Verhältnisse* um diese Zeit mindestens ebenso temperiert gewesen sind wie die zur Zeit der Bildung des *Lagers b*₁ herrschenden, indem diese Schnecke eine ausgesprochen *südliche* Form ist [West-Norwegen (d. h. S. vom Lofoten) — Kanarische Inseln nach G. O. SÆRS (a. a. O.)].

Was die *Foraminiferen* betrifft, geben diese keine weiteren Aufschlüsse über die betreffenden Fragen. Sie sind nur durch dieselben Arten vertreten, die im Lager *b*₁ vorkommen, obwohl, wie erwähnt, in weit grösserer Menge; die weitaus häufigste Art ist *Nonionina depressula*.

Die Erörterung der *Ostracoden* und *Diatomeen* verspare ich aus unten näher auszuführenden Gründen auf einen folgenden Abschnitt.

Lager e (Das Mytilusreiche).

Probe ca 0.3 Liter.

Aus *Profil B* ist ersichtlich, dass wir vielleicht gar zu rasch weiter nach oben gelangt sind, dass mit anderen Worten die dazwischenliegenden Lager *c* (Sandschicht mit einer Mächtigkeit von nur ein paar Cm.) und *d* (15 Cm. mächtiger Thon) nicht mit berücksichtigt worden sind, und zwar aus dem einfachen Grunde, dass Proben aus denselben fehlten.

¹ Beiträge zur physischen Geographie der Ostsee. Hamburg 1883.

Das dünne Sandlager (c, Profil B) darf selbstverständlich nicht als Beweis einer negativen Strandverschiebung aufgefasst werden, dem Süßwassersande analog, sondern die Bildung desselben wird auf irgend einen heftigen Fluss (Strom) oder einen starken Sturm zurückzuführen sein, denn man muss sich hierbei dessen bewusst bleiben, dass das Ufer fortwährend ziemlich nahe gelegen haben muss¹. Dass das Thonlager (d), falls Material daraus zur Verfügung gestanden hätte, einen in biologischer Hinsicht vermittelnden Übergang zu dem Mytilusreichen Lager aufgewiesen haben würde, lässt sich deshalb vermuthen, weil sich sonst der Gegensatz zwischen der reichen Fauna dieses Lagers und der relativ armen Fauna des vorigen (b₂) mit Schwierigkeit erklären lässt; denn, wie wir nachher sehen werden, lässt sich der Erklärungsgrund in keiner wesentlichen Veränderung der hydrographischen Verhältnisse suchen. Für die Frage, um die es sich hier zunächst handelt, kann daher der Umstand, dass der erwähnte Theil der Lagerserie unberücksichtigt geblieben ist, von keiner grossen Bedeutung sein.

Das *Mytilusreiche Lager* (e) besteht aus einem reinen, grauen Thon und enthält äusserst zahlreiche Molluskenschalen, und zwar namentlich Massen von Schalen, die dem *Mytilus edulis* LIN. angehören; häufig sind ferner *Cerithium reticulatum*, Fragmente von *Tapes* sp. (darunter wenigstens einige, die dem *T. aureus* GMEL. angehören) und Fragmente von *Cardium edule*; nicht selten sind *Nassa reticulata* LIN., *Hydrobia ulvæ* PENN. (jun.) und *H. ulvæ* Var. *ventrosa* MONT. (jun. = *Paludina balthica* NILS.); spärlich kommen vor *Onoba proxima* ALD. (5 Exemplare), *Fusus antiquus* LIN. (jun. Länge ca 1 Mm.) (4 Exemplare) und *Cyamium minutum* FABR. (1 Exemplar). Die Bestimmung der genannten Jungformen von *Hydrobia ulvæ* und *Fusus antiquus* sowie die Bestimmung von *Cyamium minutum* verdanke ich Herrn Doc. C. W. S. AURIVILLIUS. Ausserdem sind folgende Organismen angetroffen worden: *Balanus* sp. (zahlreiche² Fragmente); verschiedene *Ostracoden*; Tausende von *Foraminiferen*, vertreten durch die Arten *Nonionina depressula* (sehr häufig), *Rotalina beccarii* (häufig) und *Rotalina beccarii* Var. *lucida* MADSEN (häufig), *Polystomella striatopunctata* FICHT. & MOLL (nicht selten, typische Exemplare), *Polyst. striatop.* Var. *incerta* (häufig) und *Polymorphina lactea* WALK. & JAC. (1 Exemplar, verlängerte Form, am nächsten = Fig. 14, Pl. LXXI, Chall.); *Spongien-nadeln*; zahlreiche *Diatomeen*.

In Erwägung der wiederholten Untersuchungen, die über die Fauna des (dänischen) Cyprinenthons angestellt worden sind, war nicht zu erwarten, dass die vorliegende Untersuchung irgend eine grössere Zahl für denselben neuer Arten ergeben würde. Um zu sehen, in wie weit diese Annahme sich bisher als richtig bewährt hat, empfiehlt es sich [hauptsächlich nach JOHNSTRUP (a. a. O.) und MADSEN (a. a. O.)] ein Verzeichnis der in dem Cyprinenthon Dänemarks bereits gefundenen Thierarten

¹ Kurz, es dürfte ganz zufälligerweise entstanden sein, wie es denn auch nicht aus anderen Lagerstellen des Cyprinenthons erwähnt wird.

² Spärlich = selten, zahlreich = häufig.

hier folgen zu lassen, wobei die im Cyprinenthon des Ristinge Klint ange-
troffenen mit * bezeichnet sind.

**Mytilus edulis*.
 **Ostrea edulis*.
 **Cyprina islandica*.
 **Tapes pullastra*.
 * » *aureus*.
 **Corbula gibba*.
 **Cardium edule*.
 * » *echinatum*.
 **Mactra subtruncata*.
 **Mya truncata*.
 ? » *arenaria*.
Tellina? sp.
Astarte sp.
Nucula nucleus.
 **Acera bullata*.
 **Nassa reticulata*.
 **Cerithium reticulatum*.
 **Scalaria communis*.
 **Buccinum undatum*.
Aporrhais pes pelicani.
Odostomia sp.

**Balanus* sp. (*B. balanoides*).
*Cytheridea papillosa*¹.
 **Echinocyamus pusillus*.
Serpula sp.

Miliolina seminulum.
 » *subrotunda*.
 » *bicornis*.
 **Polymorphina lactea*.
 » *sororia*.
 » *angusta*¹.
 » *problema*.
 » *oblonga*.
 **Rotalina beccarii*.
 » » var. *lucida*.
 **Nonionina depressula*.
 * » » var. *orbicularis*.
 **Polystomella striatopunctata*.
 * » » var. *incerta*.

¹ Nach H. MUNTZE: Balt. haf:s qvart. hist.

Aus dem obigen Verzeichnis ergibt sich somit, dass ich, was den bisher besprochenen Theil der Lagerserie betrifft, der Fauna des Cyprinenthons die drei Schneckenarten *Hydrobia ulva* (einschliesslich Var.), *Onoba proxima* und *Fusus antiquus* sowie die kleine Muschel *Cyamium minutum* anreihen kann. Auffälligerweise ist die von MADSEN zweifellos mit vollem Rechte aufgeführte Varietät *lucida* von *Rotalina beccarii* von dem genannten Verfasser nicht als in dem Cyprinenthon des Ristinge Klint vorkommend angegeben worden, obwohl ich die Art nicht nur in dem *Mytilusreichen Lager* sondern in der ganzen Lagerserie von diesem Lager an nach oben gerechnet häufig angetroffen habe. Allerdings stimmen die von mir gefundenen Exemplare nur wenig mit den von MADSEN gegebenen Abbildungen (a. a. O. T. Fig. 6 a & b)¹, wohl aber sehr gut mit der Beschreibung auf Seite 215 (I. F.) überein. An der Richtigkeit der Identifizierung kann ich um so weniger zweifeln, als ich in der Lage gewesen bin mich davon zu überzeugen, dass die von mir angetroffenen Exemplare mit der von A. GOËS gefundenen Pygmäenform von *Rotalina beccarii*² identisch sind, welche Form ja auch MADSEN der angeführten Varietät mit einordnet. Auf der anderen Seite ist aber zu bemerken, dass GOËS der Ansicht zu sein scheint, dass *alle* die von ihm in dem Cyprinenthon angetroffenen Exemplare von *Rotalina beccarii* der gedachten Pygmäenform angehören, was wohl schwerlich der Fall gewesen sein kann und jedenfalls in Bezug auf den Cyprinenthon des Ristinge Klint keine Geltung hat, wo die typische Form häufig vorkommt und, wie es scheint, etwas häufiger vertreten ist als die Varietät, wenn beide zugleich auftreten.

Aus der vorhin gegebenen Erörterung der in dem *Mytilusreichen Lager* angetroffenen fossilen Reste haben wir ersehen, dass eine Menge solcher Reste dieses Lager charakterisieren, und dass namentlich die *Mytilusschalen* vorherrschend waren. Es ist daraus klar, dass wir bei dem Lager angelangt sind, dem das »*Mytiluslag*« des Cyprinenthons im eigentlichen Sinne seinen Namen verdankt.

Der Übersichtlichkeit halber wird hier über die *Mollusken* ein Tableau mitgetheilt, das sowohl die horizontale (nach G. O. SARS a. a. O.) als auch die vertikale Ausbreitung der einzelnen Arten in der Jetztzeit veranschaulichen soll, da aber die vertikale Ausbreitung z. B. an den Küsten Norwegens und denjenigen Dänemarks begreiflicherweise etwas verschieden ist, und da bei einer Untersuchung wie der vorliegenden natürlich die letztgenannten und speciell die Ostseeküste in erster Linie in Betracht gezogen werden müssen, so sollen hier die einschlägigen Angaben von G. O. SARS über die an den norwegischen Küsten herrschenden Verhältnisse durch die von C. G. J. PETERSEN (a. a. O.) mitgetheilten, die sich auf die dänischen Gewässer beziehen, ergänzt werden.

¹ So z. B. sind die Scheidewände der Kammern auf der Oberseite mehr »skraatstillede«, und auf der Unterseite konvergieren sie nicht in einen Punkt — den Mittelpunkt —, sondern es findet sich dort ein Mittelfeld, ungefähr wie auf Fig. 7 derselben Tafel [*Nonionina depr.* (Var. *orbicularis*)].

² Vgl. H. MUNTKE, Balt. hafis quart. hist., Seite 46.

A r t e n	Horizontale Ausbreitung ¹	Vertikale Ausbreitung ²	
		An d. <i>norw.</i> Küste	An d. <i>dän.</i> Küste
<i>Mytilus edulis</i>	<i>w.</i>	0—10 Favne	0— ca 20 Favne
<i>Tapes aureus</i>	<i>s.</i>	0—10 »	Nicht jetzt lebend
<i>Cardium edule</i>	<i>w.</i>	0—5 »	0—15 Favne
<i>Cerithium reticulatum</i> . . .	<i>s.</i>	0—70 »	0—10 »
<i>Nassa reticulata</i>	<i>s.</i>	0—20 »	1—10 ³ »
<i>Hydrobia ulvæ</i>	<i>s.</i>	0—3 »	0—10 »
» » var. <i>ventrosa</i>	<i>w. (?)</i>	?	» » (?) »
<i>Onoba proxima</i>	<i>s.</i>	0—10 »	? ⁴
<i>Fusus antiquus</i>	? ⁵	20—50 »	ca 8—70 »
<i>Cyamium minutum</i>	<i>w.</i>	0—5 »	— ⁶

Will man aus dem Vorhandensein der oben angeführten Mollusken Schlüsse hinsichtlich der zur Zeit der Bildung des Lagers herrschenden hydrographischen Verhältnisse ziehen, drängt sich zunächst die Thatsache auf, dass der Salzgehalt des Wassers um diese Zeit grösser gewesen sein muss als zur Zeit, wo das vorhin beschriebene Lager abgesetzt wurde, und zugleich grösser als heutzutage in der betreffenden Gegend. Dies geht, ausser aus der Reichhaltigkeit der Fauna, namentlich aus dem Vorkommen der zahlreichen *Tapes*-Schalen hervor. Denn welche Arten diese Schalenfragmente auch zusammen vertreten mögen, bleibt ihr Zeugnis auf alle Fälle gleich entscheidend, weil keine Art der Gattung *Tapes* heutzutage in der Ostsee oder auch nur im Kattegat als lebend vorkommt. Aber aus diesem Umstande folgern zu wollen, dass der Salzgehalt um diese Zeit grösser gewesen wäre als in den salzigsten Theilen des letztgenannten Meeresgebietes (ca 3 ‰), halte ich aus mehreren Gründen für unberechtigt; denn einmal scheinen die Lebensbedingungen der *Tapes*-Arten nicht genügend bekannt zu sein — ich erinnere in diesem Zusammenhang an die auffällige Thatsache, dass z. B. *Tapes edulis* in Preussen in gewissen mit dem Cyprinenthon aller Wahrscheinlichkeit nach äquivalenten Bildungen

¹ Wird hier und künftig nur *w*, *s*, *n* bezeichnet; über die Bedeutung dieser Bezeichnungen siehe oben S. 141.

² Das von den Verfassern gebrauchte Mass "Favne" habe ich in diesem Tableau beibehalten zu sollen geglaubt.

³ Im Kattegat; aber in den Fjords ist sie fast überall zu finden (PETERSEN).

⁴ Die Art ist nur in Læsø Rende und bei Sjællands Odde, und zwar auf nicht näher angegebener Tiefe angetroffen.

⁵ Nach Sars (a. a. O.) findet sich diese Art von der Westküste Norwegens (S. vom Lofoten) — Britannien. In der Ostsee erreicht sie ihre Nordgrenze bei Gjedser (PETERSEN, ACKERMANN).

⁶ In den dänischen Gewässern scheint die Art noch nicht angetroffen worden zu sein.

vorkommt¹, die wohl die Annahme ausschliessen, dass der Salzgehalt ebenso gross gewesen sei, wie in der Nordsee (oder im Skager-Rack²) —; ferner muss es unwahrscheinlich vorkommen, dass sich eine so durchgreifende Veränderung der Salzgehaltsverhältnisse hätte vollziehen können, ohne dass man im Stande wäre, die Spuren einer gleichzeitigen bedeutenderen Landsenkung nachzuweisen; die Tiefe des Wassers scheint nämlich bei der Absetzung dieses Lagers *ziemlich die gleiche* wie bei der der vorigen gewesen zu sein. Die Richtigkeit der Annahme, dass das Wasser noch bis zu einem gewissen Grade brackig und das Seebecken mehr abgesperrt gewesen, als was später der Fall wurde, beweisen ferner die *Foraminiferen*, die sämtlich fortwährend Brackwasserformen sind. Als solche hat man nämlich wohl auch das Recht die genannte Varietät von *Rotalina beccarii* zu bezeichnen, obwohl sich in der Litteratur nichts näheres darüber findet aus dem Grunde, dass sie nicht als lebend gefunden worden ist. Was die zweite der zuerst in diesem Lager auftretenden Foraminiferen, nämlich die typische *Polystomella striatopunctata* angeht, so ist sie nach H. B. BRADY eine im weitesten Sinne des Wortes *kosmopolitische* Art, während sie zugleich die vielleicht häufigste unter allen *Brackwasserforaminiferen* ist. Es ist daher sehr bemerkenswerth, dass die Art zuerst in diesem Lager auftritt; dabei darf man jedoch nicht vergessen, dass, was nach BRADY über die typische Form gesagt worden ist, möglicherweise bis zu einem gewissen Grade auch von der vorhin erwähnten Varietät (*incerta*) derselben Art gilt, da der genannte Verfasser diese Varietät nicht besonders aufführt. In der Ostsee kommt *P. striatopunctata* nach SCHULZE (a. a. O.) mindestens bis an die Höhe von Warnemünde hinein vor, und nach WINTHER (a. a. O.) ist sie im Skager-Rack, Kattegat und Öresund auf einer Tiefe von 16—40 Meter angetroffen worden. Hinsichtlich der allgemeinen bathymetrischen Ausbreitung dieser Art gilt als Regel, dass sie eine Tiefe von ca 180 Meter (100 »Fathoms«) nicht gern überschreitet. Auch *Polymorphina lactea*, die ja auch zuerst in diesem Lager erscheint, schliesst sich in Bezug auf ihre Lebensbedingungen sehr nahe an die vorigen an. Sie hat *weite* Ausbreitung, ist aber in verhältnismässig seichtem Wasser und innerhalb gemässigter Breitengrade am zahlreichsten vertreten und am besten entwickelt. Sie ist zugleich eine, wiewohl seltene, Brackwasserform. WINTHER führt sie aus dem Kattegat zwischen Raageleie und Kullen auf einer Tiefe von 21—23 Meter und aus dem Öresund bei Hellebæk auf einer Tiefe von

¹ Vgl. H. MUNTHE, Balt. haf:s quart. hist. Seite 35—38.

² Bemerkenswerth ist, dass gleichzeitig mit Vertretern der Gattung *Tapes* hier zum ersten Mal eine Art wie *Hydrobia ulva* auftritt, und zwar in solcher Menge, dass sie (einschl. der Varietät) als häufig bezeichnet werden kann. Die genannte Art, die weit hinauf in den Bottnischen Meerbusen geht (H. MUNTHE, Prel. Rep. on the Phys. Geogr. of the Lit.-Sea. Pl. I.), ist bekanntlich die ausgeprägteste Brackwasserform, und man hätte daher ein früheres Erscheinen derselben erwarten können. Auf alle Fälle mahnt sie zur Vorsicht den *Tapes*-Arten gegenüber, da sie mit genügender Bestimmtheit bezeugt, dass bei der damals herrschenden Tiefe Brackwasser vorhanden gewesen sein muss um die Existenz derselben ermöglicht zu haben.

29 Meter an. Sämtliche Foraminiferen vertreten somit Arten, die Brackwasser sehr gut vertragen, und da reine Meeresformen fehlen, liegt noch kein Grund vor, eine ausgedehntere Verbindung mit dem Meere anzunehmen.

Eine genaue Angabe des um diese Zeit bestehenden Salzgehaltes ist unter anderem schon deshalb nicht möglich, weil die Grössenverhältnisse der Molluskenschalen sich nicht genügend ermitteln lassen. Die Schalen sind nämlich mit Ausnahme der kleineren Schnecken und einiger winzigen, charakteristischen Jungformen von *Mytilus edulis* sämtlich äusserst fragmentarisch.

Ich habe vorhin, und zwar zunächst auf Grund des Zeugnisses der Mollusken, hervorgehoben, dass die Tiefeverhältnisse während der Bildung dieses Lagers und derjenigen des nächstvorhergehenden ziemlich gleichartig gewesen sein dürften; auch die Foraminiferen stehen mit dieser Annahme nicht in Widerspruch, obwohl auf der anderen Seite nichts gegen die Annahme einer Landsenkung (oder, was hier wohl dasselbe ist, einer Vermehrung der Tiefe des Wassers) von einem bis ein paar Meter spricht¹; auf alle Fälle ist es klar, dass die Tiefe nicht geringer als (unmittelbar) vorher gewesen sein kann.

Wenn man die Werthe, die im Tableau auf Seite 148 für Dänemark angeführt sind, der Berechnung ausschliesslich zu Grunde legen will, wird man zu der Annahme genötigt, dass das in Rede stehende (*Mytilusreiche*) Lager auf einer Tiefe von 14,4—18,0 Meter abgesetzt worden sei. Wir haben gesehen, dass der Ansetzung dieser Zahlen von anderen Seiten kein nennenswerthes Hindernis in den Weg gelegt wird. Sie stehen ja auch mit den für das Lager b_1 aus anderen Gründen (dem Zeugnisse der Foraminiferen) angesetzten Zahlen nämlich 12,5—16 Meter (oder genauer 12,6—16,2 Meter) sehr gut im Einklang. Die Differenz zwischen den angeführten Zahlenverhältnissen lässt sich = 2 setzen, und man könnte geneigt sein, diese Zahl als das Mass für die Landsenkung, die in der Zeit zwischen der Ablagerung der beiden Proben stattgefunden hat, anzusetzen und dabei von der Durchschnittszahl der respektiven Ziffern auszugehen, was wenigstens in Bezug auf das Lager b_1 durch die bathymetrische Ausbreitung der Foraminiferenarten *Rotalina beccarii* und *Nonionina depressula* als berechtigt erscheint [vgl. S. 142 (Fussnote)].

Vielleicht möchte jedoch dabei eine der Prämissen weniger unanfechtbar erscheinen. Ich habe hierbei das Vorkommen der kleinen Jungformen von *Fusus antiquus* im Auge, die ja möglicherweise als Plankton oder auf irgend eine andere Weise aus grösserer oder geringerer Entfernung hierhertransportiert sein könnten; gegen eine solche Annahme lässt

¹ Da die Maximitiefe während dieses Abschnittes der Ablagerung des Cyprinenthons ebenfalls auf *höchstens 18 Meter* veranschlagt werden muss, hat man unter der erwähnten Voraussetzung einer ununterbrochenen Landsenkung — einer Annahme, die zweifellos die einzige ist, die in Betracht kommen kann — den Maximiwerth für das Lager b_2 natürlich um einen entsprechenden Betrag zu reduzieren.

sich jedoch einwenden, dass die Art, die hier durch vier Exemplare vertreten ist, in der Lagerserie sonst nirgends angetroffen worden ist.

Dass die *klimatischen* Verhältnisse zu der Zeit, wo das *Mytilusreiche* Lager gebildet wurde, vollständig temperiert und wahrscheinlich gelinder als während irgend eines früheren Abschnitts gewesen sind, davon legen namentlich die Mollusken Zeugnis ab. Von den im Tableau aufgeführten 9 Arten haben nämlich nicht weniger als 5 *südliche* und die übrigen, soweit sie sich hinsichtlich ihres Charakters haben bestimmen lassen, *weite* Ausbreitung; keine *nördliche* Form ist somit bisher angetroffen worden. Der Ausschlag der Foraminiferen in dieser Frage ist ein weniger entscheidender, da sie fast ausschliesslich *weite* Ausbreitung haben.

Lager 1 oben.

Probe ca 0,3 Liter.

Grauer Thon mit vielen (jedoch weit weniger zahlreich als im vorigen Lager) verworren durch einander eingestreuten Schalenfragmenten.

An Organismen wurden vor und nach der Schlämmung gewonnen:

Mollusken: *Mytilus edulis* (spärliche Fragmente), *Tapes* sp. (spärliche Fragmente, von denen wenigstens eines bis ein paar *T. aureus* vertreten), *Cardium edule* (zahlreiche Fragmente), *Cardium echinatum* LIN. (spärliche Fragmente), *Corbula gibba* OLIVI (4 kleine Schalen), *Cerithium reticulatum* (3 Exemplare), *Nassa reticulata* (1 Exemplar).

Foraminiferen: *Nonionina depressula* (sehr häufig), *Nonionina pomilioides* FICHT. & MOLL (1 Exemplar), *Rotalina beccarii* (häufig), *Rotalina beccarii* Var. *lucida* (häufig), *Polystomella striatopunctata* (nicht selten), *Polystomella striatopunctata* Var. *incerta* (häufig¹), *Orbulina universa* D'ORB. (3 Exemplare). Die Individuenzahl der Foraminiferenfauna mindestens ebenso gross wie in dem vorigen (*Mytilusreichen*) Lager.

Ostracoden: Fragmente.

Spongiennadeln und *Diatomeen*: zahlreich.

Von den Mollusken sind alle früher aus dem Cyprinenthon bekannt, aber zwei Arten, *Cardium echinatum* und *Corbula gibba*, sind nicht vorher in der hier beschriebenen Lagerserie angetroffen worden, und der Grund dazu scheint in beiden Fällen ein und derselbe zu sein, denn beide sind in geringerem Grade Seichtwasserformen als die vorhin beschriebenen Arten. So lebt *Cardium echinatum* in den dänischen Gewässern auf einer Tiefe von ca 10—30 »Favne« (nach C. G. J. PETERSEN a. a. O.) und *Corbula gibba* nach demselben Forscher auf einer Tiefe von etwa 3—30 »Favne«. Die letztgenannte Art, deren allgemeine Ausbreitung nach G. O.

¹ Diese Varietät ist, überall wo sie in der Lagerserie begegnet ist, äusserst schwer gewesen, nicht von der typischen Form sondern von *Nonionina depressula* zu unterscheiden, eine Schwierigkeit, auf die bereits von A. Goës (a. a. O.) aufmerksam gemacht worden, obwohl dieser Forscher die fragliche Varietät nicht unterscheidet.

SARS eine *weite* ist¹, geht in der Ostsee mindestens bis an die Höhe von Warnemünde hinein und zeigt somit an, dass es wohl nicht in erster Reihe der mit der Landsenkung sich steigernde Salzgehalt ist, der für das Auftreten der Art in diesem Lager ausschlaggebend gewesen. *Cardium echinatum* hingegen geht in den dänischen Gewässern südlich nicht weiter als bis Rungsted am Öresund und die Nordküste von Fünen; aber an der letztgenannten Stelle ist die Art sehr selten (alles nach PETERSEN); sie scheint mithin heutzutage nicht in der Gegend von Langeland zu leben. Sie liefert übrigens durch ihre vorhin angegebene bathymetrische Ausbreitung einen recht zuverlässigen Beweis für die Richtigkeit meiner bei der Besprechung des *Mytilusreichen* Lagers ausgesprochenen Ansicht, dass die Tiefe zur Zeit der Entstehung des genannten Lagers nicht gut grösser als etwa 18 Meter gewesen sein könne.

In Bezug auf die Foraminiferen finden wir, dass zwei neue Arten, *Nonionina pompilioides* und *Orbulina universa* hinzugekommen sind, ob aber diese Arten eigentlich der Fauna des Cyprinenthons einzuordnen sind, darüber kann man allerdings bis zu einem gewissen Grade zweifelhaft sein; jedenfalls ist man nicht berechtigt, aus dem Vorkommen derselben irgend welche bestimmten Schlüsse zu ziehen, wie verlockend dies auch im vorliegenden Falle sein mag.

Nonionina pompilioides ist eine *Tiefwasserforaminifer*, die in den offenen Meeren heimisch ist, sie ist jedoch nicht in den Eismeeeren angetroffen worden, und da in der ganzen Lagerserie (ich sehe hier von ihrem Vorkommen in der Moräne ab, wo sie sich nicht als eine quartäre Form erwies) von der Art nicht mer als dieses einzige Exemplar vorkommt, ist man schon aus diesem Grunde geneigt, sie unberücksichtigt zu lassen.

Orbulina universa ist ebenfalls eine Art, die eigentlich in den grossen Weltmeeren zu Hause ist, und sie ist eine der häufigsten *pelagischen* Foraminiferen. Hier ist die Entscheidung der Frage etwas schwerer. Haben die gefundenen Exemplare wirklich um diese Zeit gelebt — ihr halb hyalines Aussehen macht diese Annahme nicht unwahrscheinlich — so hat man schon aus diesem Grunde, vor allem aber deshalb, weil die Art von dem in Rede stehenden Lager an nach oben zu in den Lagern in immer grösserer Zahl angetroffen wird, kaum das Recht, die Bedeutung ganz unberücksichtigt zu lassen, die ihr, wie wir weiter unten sehen werden, zukommen kann. Obgleich man somit mit einem gewissen Grade von Wahrscheinlichkeit annehmen kann, dass sämtliche Exemplare von quartärem Alter sind, darf man sie jedoch, genau genommen, der Fauna des Cyprinenthons nicht einordnen; denn am wahrscheinlichsten ist wohl, dass diese Planktonform in diesem Falle von Meeresströmungen hierhergeführt und hier abgesetzt worden, zumal da es aus anderen Gründen hervorgeht, dass eine weit lebhaftere Verbindung mit dem Meere mit der Absetzung

¹ Dem genannten Forscher zufolge ist sie nämlich von Ost-Finnmarken — das Mittelmeer und die Kanarischen Inseln verbreitet.

dieses Lagers ihren Anfang nahm. Ich komme indess bei der Besprechung der nächstfolgenden Lager auf diese Frage zurück.

Was in erster Linie dieses Lager im Gegensatz zu dem *Mytilus-reichen* Lager charakterisiert, ist seine relative Armuth an Molluskenschalen, und dieser Unterschied hängt offenbar von den wesentlich veränderten Tiefeverhältnissen oder mit anderen Worten davon ab, dass die Tiefe, durch welche die Existenz der reichen *litoralen* (Strand-) Molluskenfauna bedingt war, überschritten worden war. Wir sehen, wie fast alle die im vorigen Lager so häufig vorkommenden Seichtwasserarten, darunter auch die Vertreter der Gattung *Tapes*, im Begriffe sind zu verschwinden und den ersten Vertretern einer Tiefwasserfauna Platz zu machen¹. Dass man die Hauptursache dieser Veränderung in Bezug auf den allgemeinen Charakter der Fauna nicht in einer Vermehrung oder Verringerung des Salzgehaltes zu suchen hat, obwohl man vermuthen kann, dass der Salzgehalt in der That um diese Zeit grösser gewesen sei, und ebenso wenig in einer Umwandlung der klimatischen Verhältnisse — diese sind aller Wahrscheinlichkeit nach ungefähr die gleichen gewesen wie zu der Zeit der Entstehung des *Mytilus-reichen* Lagers — das erhellt zur Genüge einerseits aus dem, was vorhin über das Vorkommen der Gattung *Tapes* gesagt wurde, andererseits daraus, dass in diesem Lager die *südliche* Form *Cardium echinatum* vorkommt. Was die bathymetrischen Verhältnisse betrifft, ist man daher berechtigt, zwischen dem *Mytilus-reichen* Lager und dem Lager 1 oben eine ziemlich scharfe Grenze anzusetzen²; dagegen schliesst sich das letztgenannte Lager ziemlich eng an das nächstfolgende d. h. das Lager 2 oben an, weshalb es sich am besten im Zusammenhang mit diesem erörtern lässt.

Lager 2 oben.

Probe ca 0,3 Liter.

Thon, dem Aussehen nach dem vorhergehenden ähnlich und mit diesem auch in Bezug auf die Zahl der marinen Molluskenschalen ziemlich vergleichbar. Unter diesen sind namentlich grosse Fragmente von *Cyprina islandica* LIN. vorherrschend.

Vor und nach der Schlammung wurden folgende fossile Reste gewonnen:

Fische: Ein Wirbelbein.

Mollusken: *Cyprina islandica* LIN. (zahlreiche grössere und kleinere Fragmente), *Cardium edule* (nicht seltene Fragmente), *Cardium*

¹ Die Bezeichnungen "Seichtwasser" und "Tiefwasser" beziehen sich natürlich in Fällen wie dem vorliegenden auf die heutigen Verhältnisse im westlichen Theile der Ostsee, und sind somit nicht in dem Sinne zu verstehen, den man gewöhnlich diesen Ausdrücken beilegt.

² Das Verhältniss lässt sich genauer so ausdrücken, dass die Tiefe des erstgenannten Lagers auf *höchstens 18 Meter*, die des letztgenannten auf *mindestens diese Zahl*, wie *Cardium echinatum* angiebt, veranschlagt wird.

echinatum (nicht seltene Fragmente), *Ostrea edulis* LIN. (nicht seltene Fragmente), *Tapes aureus* (spärliche Fragmente).

Foraminiferen: *Nonionina depressula* (sehr häufig), *Rotalina beccarii* (häufig), *Rotalina beccarii* Var. *lucida* (häufig), *Polystomella striatopunctata* (nicht selten), *Polystomella striatopunctata* Var. *incerta* (häufig), *Polymorphina lactea* (1 Exemplar, am nächsten = Fig. 11, Pl. LXXI, Chall., jedoch ein wenig verlängert), *Polymorphina oblonga* D'ORB. (4 Exemplare; sie variieren etwas hinsichtlich der Anordnung der Segmente, aber wenigstens 1 Exemplar stimmt vollständig zu Fig. 4, Pl. LXXIII Chall.), *Orbulina universa* (9 Exemplare), *Textularia globulosa* EHRENB. (1 Exemplar).

Die Foraminiferen sind übrigens in diesem Lager ebenso zahlreich vertreten wie in den beiden zuletzt beschriebenen.

Spongiennadeln } zahlreich.
Diatomeen }

Das untenstehende Tableau zeigt die heutige Ausbreitung der in diesem Lager gefundenen Mollusken an.

Arten	Horizontale Ausbreitung	Vertikale Ausbreitung	
		An der norw. Küste	An der dän. Küste
<i>Ostrea edulis</i> . . .	s.	3—40 »Favne«	ca 10—20 »Favne« ¹
<i>Cardium edule</i> . .	w.	0—5 »	0—15 »
» <i>echinatum</i>	s.	5—80 »	ca 10—30 »
<i>Cyprina islandica</i> .	n.	5—70 »	ca 5—40 » ²
<i>Tapes aureus</i> . . .	s.	0—10 »	Nicht jetzt lebend

Wenn man das obenstehende Tableau mit dem auf Seite 148 mitgetheilten, auf das *Mytilusreiche* Lager sich beziehenden vergleicht, wobei es sich empfiehlt, die Artenbeschreibung für das Lager 1 oben zur Ergänzung heranzuziehen, so stellt sich heraus, dass ein wesentlicher Unterschied zwischen den Molluskenfaunen der beiden Lager besteht, insofern nämlich die überwiegende Mehrzahl von den Arten des *Mytilusreichen* Lagers, insbesondere die für dasselbe charakteristische Art *Mytilus edulis*, in dem hier in Rede stehenden Lager fehlt (*Tapes aureus* nur durch zwei bis drei Exemplare vertreten); zugleich ist die genannte Litoralfauna durch eine »Tiefwasserfauna« mit *Cyprina islandica* als charakteristischem Fossil ersetzt worden.

¹ Kommt im Kattegat nicht weiter südlich als bis an die Linie Anholt — Mündung des Horsensfjord vor.

² Geht in der Ostsee wenigstens bis an die Gegend von Warnemünde hinein. Lebt nach MEYER u. MÖBIUS (Fauna d. Kieler Bucht, Seite 93) in den tieferen Gegenden der Kieler Bucht.

Dabei macht sich indess eine sehr grosse, kaum zu lösende Schwierigkeit geltend.

Der Cyprinenthon (des Ristinge Klint) ist bekanntlich in ein unteres »*Cyprinalag*» (unter dem Süsswasserlager) und ein oberes »*Mytiluslag*» (über dem Süsswasserlager) zerlegt worden. Hier hat sich zwar auch diese Gliederung nachweisen lassen, aber auffälligerweise in umgekehrter Reihenfolge, denn dieses Lager 2 kann man doch unmöglich anders bezeichnen denn als ein »*Cyprinalag*». Auch *Ostrea edulis*, von der man früher angenommen hat, dass sie nur im »*Mytiluslag*» vorkomme¹, kann nicht mehr als ein Leitfossil des genannten Lagers betrachtet werden, seitdem sie in »Cyprinaler med Cyprinaskaller» bei Vejsnæs Nakke auf Ärö angetroffen worden ist (vgl. V. MADSEN, I. F., S. 54—55). Die Richtigkeit der durch Profile beglaubigten Beobachtungen des Prof. JOHNSTRUP lässt sich natürlich nicht in Zweifel ziehen; aber auf der anderen Seite drängt sich unwillkürlich die Frage auf, wie es möglich sein kann, dass eine Ablagerung — mag es sich auch um Cyprinenthon handeln — an ein und derselben Stelle so grosse Gegensätze aufweist². Die Erklärung wird noch dadurch erschwert, dass man ja annimmt (vgl. H. MUNTHE, Balt. haf:s quart. hist., Seite 43), dass der Cyprinenthon nicht irgend welche nennenswerthe Strecke Weges transportiert worden sei; für mein Theil halte ich sogar dafür, dass sowohl die Regelmässigkeit der biologischen Verhältnisse als auch die kontinuierlichen Veränderungen des Materiales selbst dafür sprechen, dass die von mir untersuchte Lagerserie überhaupt gar nicht versetzt, sondern einfach auf der Stelle in die Höhe geschoben worden ist.

Mit dem Gesagten will ich indess nur hervorheben, dass die übliche Gliederung des Cyprinenthons in ein »*Cyprinalag*» und ein »*Mytiluslag*» weniger angebracht erscheinen mag, da man ja also mit zwei »*Cyprinalag*» zu rechnen hat; denn an meiner früher zur Erklärung der Unterbrechung der Kontinuität (in klimatologischer Hinsicht) zwischen dem Süsswasserlager und dem unterliegenden fossilienfreien (»Hvitå«-)Thon ausgesprochenen Vermuthung, dass nämlich das eigentliche »*Cyprinalag*» möglicherweise als ein zwischen den beiden Bildungen in der Mitte liegendes Übergangsglied aufzufassen sein möchte (und es giebt ja kaum eine andere Möglichkeit es »los zu werden«), muss ich natürlich nach wie vor festhalten, da ich mir nicht vorstellen kann, wie die Rollenveränderung sonst stattgefunden haben mag.

An meine obigen Ausführungen über die Mollusken dieses Lagers schliesse ich hier einige Bemerkungen über die Foraminiferen desselben an. Im grossen Ganzen ist zwar die Foraminiferenfauna dieselbe wie vorher;

¹ Vgl. H. MUNTHE, Balt. haf:s quart. hist. Seite 45 (nach JOHNSTRUP).

² Ich erinnere an die vorhin erwähnte Thatsache, dass das eigentliche »*Cyprinalag*» nicht »am rechten Orte«, d. h. zwischen dem Süsswasserlager und der Moräne anzutreffen war.

das Artenverzeichnis enthält indess zwei für die Lagerserie neue Namen, *Polymorphina oblonga* und *Textularia globulosa*. Was die erstere angeht, verdient erwähnt zu werden, dass sie von MADSEN in dem sogenannten »Cyprinalag« des Cyprinenthons als *ziemlich häufig* vorkommend angetroffen worden ist (Ristinge Klint wird jedoch nicht als Fundort angegeben), während sie (mit Ausnahme von drei bei Vejsnæs Nakke angetroffenen Exemplaren) von dem genannten Verfasser in den *Mytiluslagern* nicht gefunden ist. Die Art scheint somit in Bezug auf ihre Lebensbedingungen der *Cyprina islandica* nahe zu stehen. In Chall. wird ihre allgemeine geographische Ausbreitung als *weit* angegeben, sie soll aber in den temperierten Gebieten vom nördlichen Theile des Atlantischen Meeres am zahlreichsten vorkommen und zugleich eine Seichtwasserform sein¹. Sie scheint heutzutage in den dänischen Gewässern nicht vorzukommen. Was das gefundene Exemplar von *Textularia globulosa* betrifft, einer Art, die nicht vorher im Cyprinenthon angetroffen worden ist, verweise ich auf die Erörterung des folgenden Lagers, wo sie ebenfalls vorhanden ist.

Schliesslich ist zu bemerken, dass *Orbulina universa* hier durch 9 Exemplare vertreten ist und, falls sie nicht sekundär ist, sich somit als ein Faktor erweist, mit dem man bei der Deutung dieses Lagers in noch höherem Grade zu rechnen hat.

Die Molluskenfauna, und zwar namentlich das Vorkommen von *Ostrea edulis*, beweist, dass dieses Lager auf einer Tiefe von 18—36 Meter abgesetzt worden ist, und es ist wahrscheinlich, dass die letztere Zahl dem thatsächlichen Tiefeverhältnis näher kommt als die erstere, die ja den Minimiwerth auch für das unterliegende Lager darstellt. Allerdings lässt sich aus der Fauna mit Sicherheit nur so viel entnehmen, dass das Lager 2 in mindestens ebenso tiefem Wasser wie das Lager 1 abgesetzt worden ist; aber in der Zeit zwischen der Absetzung der beiden Lager kann die Niveauveränderung natürlich nicht gleich 0 gewesen sein, sondern man muss annehmen, dass sie ununterbrochen vor sich gegangen sei (man vergleiche das allmähliche Abnehmen und den schliesslichen Schwund gewisser Molluskenarten wie *Mytilus edulis*, *Cerithium reticulatum* und *Nassa reticulata*). Aus Profil B ersieht man, dass die Entfernung zwischen den Proben der Lager 1 und 2 nicht weniger als ungefähr 0.6 Meter beträgt, und man ist ja daraus einigermaßen zu der Schlussfolgerung berechtigt, dass zwischen denselben ein sehr bedeutender zeitlicher Abstand bestehe, und dass mithin die Landsenkung dementsprechend eine nicht geringe gewesen sei. Setzen wir nur den Durchschnittswerth oder 27 Meter als den richtigen Ausdruck für das Tiefeverhältnis um diese Zeit an, und legen wir dazu die heutige Höhe des Lagers über dem Meeresspiegel oder 8 Meter [nach ungefähre Abschätzung von Doc. H. MUNTKE (vgl. Profil A.)], so würde also das Land um diese Zeit um 35 Meter niedriger gelegen

¹ In diesem Zusammenhang wohnt diesem Begriff natürlich ein viel umfassenderer Sinn inne, als ich ihm früher beigelegt habe.

haben als heutzutage¹; und es liegt auf der Hand, wie ganz anders die topographischen Verhältnisse sich damals gestaltet haben müssen als in der Jetztzeit, dass mit anderen Worten Dänemark in dieser Zeit seinem Umfange nach höchst beträchtlich reduziert gewesen sein muss. Wenn sich noch dazu die Annahme als richtig erweisen sollte (vgl. V. MADSEN, I. F. Seite 64), dass der Mergel von Lille Ryd in Vendsyssel (VNV von Frederikshavn), der nach dem genannten Forscher nicht weniger als 85 Meter über dem Meeresspiegel liegt, mit dem Cyprinenthon äquivalent sei, sieht man leicht ein, dass während eines bestimmten Abschnittes der »Cyprinazeit« von diesem Lande nicht viel übrig gewesen sein kann².

Die Ansicht, die herrschend zu sein scheint, dass nämlich das Baltische Meer zur Zeit der Bildung des Cyprinenthons durch eine Landverbindung zwischen Schonen, den grösseren dänischen Inseln und Jütland vom Kattegat abgesperrt gewesen sei, lässt sich daher meines Erachtens nicht aufrecht erhalten, wenigstens was die Zeit betrifft, in welche die Entstehung des Lagers 2 (und 1?) fällt. An dieser Ansicht kann man um so weniger festhalten, als V. MADSEN bei Glamsbjerg auf Fünen Cyprinenthon gefunden hat (a. a. O. S. 48), obwohl dieser Fund nicht *in situ* gelegen ist. Nach den Verhältnissen z. B. in Holstein zu urtheilen, wo mit dem Cyprinenthon äquivalente Bildungen auf einer Höhe über dem Meere, die mehr als doppelt so gross ist wie die vorhin angesetzte Zahl (35 Meter)³, und solange der oben erwähnte Fund bei Lille Ryd seinem Charakter nach nicht sicher festgestellt ist⁴, muss man allerdings annehmen,

¹ Natürlich setze ich dabei voraus, was ich schon als das entschieden wahrscheinlichste hingestellt habe, dass nämlich die Lagerserie, obwohl stark fallend, doch nicht aus ihrer ursprünglichen Lagerstelle verschoben worden sei.

² Dass man wenigstens gegenwärtig kein zu grosses Gewicht auf das Vorkommen des genannten Mergels legen darf, das dürfte aus meinen Ausführungen unten (Fussnote 4) hervorgehen.

³ Ein solcher Fundort ist Tarbeck, das 80 Meter über dem Meeresspiegel liegt (vgl. H. MUNTKE, Balt. haf:s quart. hist. Seite 73).

⁴ Es muss unbegreiflich vorkommen, dass eine so bedeutende Landsenkung (vgl. oben) im nördlichen Jütland stattgefunden hätte, ohne dass sich sichere Spuren derselben, wenigstens im südlichen Schweden, hätten nachweisen lassen, da man doch erwarten müsste, dass sich solche auf hohen, durch die mächtigen Ablagerungen späterer Zeiten nicht bedeckten Niveaus finden sollten. Es ist daher wahrscheinlich, dass der Mergel dort (bei Lille Ryd) den Charakter einer Moränenablagerung habe und durch den jüngeren baltischen Eisstrom zu seiner heutigen, hoch gelegenen Lagerstelle transportiert worden sei. Dies würde auf der anderen Seite, wie aus dem Folgenden ersichtlich sein dürfte, eine bedeutend nördlichere Ausbreitung dieses Eisstromes voraussetzen, als die Tafel 2 von der neuerdings erschienenen Arbeit G. DE GEER's, "Om Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden", an die Hand giebt. Wenn man aber auch diesem Fund keine Bedeutung für die Feststellung des *Betrages* der interglacialen Senkung in dieser Gegend beilegt, bleibt doch immer dessen Bedeutung für die Beurtheilung des *Umfanges* derselben. Denn dass eine derartige Ablagerung als solche, d. h. ohne in eine wirkliche Moräne überzugehen, mit dem Eise nur eine kürzere Strecke transportiert worden sein kann, ist wohl von vornherein klar, und ist, was den Cyprinenthon anlangt, auch von JOHNSTRUP und MUNTKE hervorgehoben worden. Es ist indess bemerkenswerth, dass die Schlussfolgerungen, zu denen MADSEN durch den Fund von Cyprinenthon bei

dass sich die Landsenkung mit fallenden Werthen nach Norden zu vollzogen habe (vgl. H. MUNTHE, Balt. haf's quart. hist. Seite 74); aber es ist trotzdem nicht gut denkbar, dass nicht wenigstens der südlichste Theil Schwedens an dieser Senkung Theil genommen und um diese Zeit unter dem Meere gelegen haben sollte. Die Spuren dieser Landsenkung müssten sich in diesem Falle im südlichsten Theile am besten zu erkennen geben, da man annehmen darf, dass die Senkung dort grösser als die in späteren Zeiten eingetretenen positiven Strandverschiebungen gewesen sei; man darf daher auch hoffen, dort marine, interglaciale, durch die mächtigen (Thon-) Ablagerungen jüngerer quartärer Abschnitte nicht bedeckte Bildungen anzutreffen.

Es ist klar, dass mit der bedeutenden Landsenkung und der dadurch bedingten offeneren Verbindung mit dem Weltmeer die Versalzung des Wassers gleichen Schritt gehalten hat. Dies bezeugt auch die Fauna. Das Vorkommen namentlich von *Ostrea edulis* zeigt an, dass der Salzgehalt mindestens ebenso gross gewesen ist wie heutzutage im nördlichen Theile des Kattegat (d. h. ca 2.5—3 ‰). Einen Beweis für die Annahme, dass der Salzgehalt grösser als in irgend einem früheren Abschnitt (die »Hvitå«-Bildungen können hier natürlich nicht in Betracht kommen) gewesen sei, liefert ausserdem auch die Foraminiferenfauna in der Art *Polymorphina oblonga*, die, wenn sie überhaupt in Brackwasser leben kann, jedenfalls als eine sehr seltene derartige Brackwasserform zu betrachten sein dürfte (und *Orbulina universa*, die hier in grösserer Menge als im vorigen Lager vorkommt).

Was die *klimatischen* Verhältnisse der fraglichen Zeit betrifft, ist zu bemerken, dass zuerst in diesem Lager eine Art mit *nördlicher* Ausbreitung, *Cyprina islandica* auftritt. Aus diesem Umstande den Schluss ziehen zu wollen, dass das Klima nicht mehr gemässigt gewesen sei, wäre ohne Zweifel unrichtig, da die Art bekanntlich fortwährend in dieser Gegend lebt, und ausserdem auch aus dem Grunde, dass gleichzeitig mit der genannten nördlichen Form auch eine südliche, *Ostrea edulis*, eingewandert ist. Wenn man die heutige Ausbreitung dieser beiden Muscheln zum Vergleich herbeizieht¹, wird man annehmen müssen, dass die Temperaturverhältnisse, unter denen sie gelebt haben, den heutzutage zwischen West-

Glamsbjerg veranlasst worden ist, bei seiner Erörterung des Mergels von Lille Ryd keine Berücksichtigung gefunden haben, wo sie doch in noch höherem Grade am Platze gewesen wären; auch sonst scheint MADSEN sich über die genannte Mergelablagerung sehr zurückhaltend zu äussern. Ich habe daher keinen Anlass und bin auch nicht berechtigt, dieses Beweismittel in so weitem Umfange zu benutzen, wie ihm vielleicht zukommt; aber auf der anderen Seite habe ich es nicht ganz unberücksichtigt lassen zu dürfen geglaubt, da es unleugbar von grossem Interesse ist.

¹ *Cyprina islandica* — — — — Ost-Finnmarken—Britannien, *Ostrea edulis*
— — — — West-Norwegen (S vom Lofoten) — Mittelmeer (nach G. O. SARS a. a. O.).

Norwegen (S von dem Lofoten) und Britannien herrschenden ähnlich gewesen¹.

Wenn somit das Klima fortwährend für gemässigt angesehen werden muss, ist man jedoch zu der Vermuthung berechtigt, dass die klimatischen Verhältnisse zur Zeit der Bildung der nächstvorhergehenden Lager (1 oben, besonders aber des *Mytilusreichen*) günstiger gewesen seien als zu der Zeit, um die es sich hier handelt, und dass somit das Lager 2 einen Wendepunkt zur Verschlimmerung des Klimas bezeichne.

Lager 3 oben.

Probe ca 0.3 Liter.

Grauer, etwas rostiger Thon mit verschiedenen grossen (2—2.5 Cm.) Schalenfragmenten von *Cardium edule*.

An Organismen sind in dieser obersten Partie der Lagerserie angetroffen worden:

Fische: Ein Wirbelbein.

Mollusken: *Cardium edule* (nicht seltene Fragmente), *Cerithium reticulatum* (1 Exemplar).

Ostracoden: Eine Schale.

Foraminiferen: Dieselben Arten wie im vorigen Lager mit Ausnahme von denjenigen der Gattung *Polymorphina*, die hier fehlen. Die Foraminiferen treten hier ebenfalls ziemlich in der gleichen Anzahl und dem gleichen Verhältnis auf, abgesehen von *Textularia globulosa*, die in drei Exemplaren vorliegt, und *Orbulina universa*, von welcher Art nicht weniger als 40 Exemplare herausgepflückt wurden, und die somit zum mindesten als *nicht selten* bezeichnet werden muss.

Diatomeen (zahlreich); neben diesen ergab die Schlämmung als Überbleibsel einige

Spongiennadeln und *Radiolarien*.

Wenn in den vorher beschriebenen Theilen der Lagerserie die Zeugnisse der fossilen Fauna für jedes einzelne Lager ziemlich übereinstimmend und verhältnismässig leicht zu deuten waren, lässt sich das nicht in Bezug auf das vorliegende behaupten.

Mir scheinen die im Lager vorkommenden Mollusken und Foraminiferen bis zu einem gewissen Grade mit einander in Widerspruch zu stehen, wenn man nämlich aus dem Vorkommen der von Neuem auftretenden Schnecke *Cerithium reticulatum* Schlüsse ziehen darf; diese würde nämlich beweisen, dass dieses Lager in seichterem Wasser abgesetzt worden sei als das vorige. Wie erwünscht es aber auch wäre, in diesem Lager eine Stütze für die Annahme einer Landhebung zu finden, die die That-

¹ Zu demselben Resultat ist auch V. MADSEN gelangt, jedoch in Bezug auf die Fauna des Cyprinenthons in ihrer Gesamtheit.

sache erklären würde, dass man in dem Cyprinenthon Dänemarks keine positiven Beweise für — was theoretisch als wahrscheinlich gelten muss — eine wesentliche Verschlimmerung des Klimas während einer späteren Phase von dessen Ablagerung hat erbringen können, bin ich indess der Ansicht, dass dieses Lager (3 oben), soweit meine bisherige Untersuchung eine Erklärung desselben gegeben hat, nicht unbedingt zu einer solchen Annahme berechtigt. Dieses einzige Exemplar von *Cerithium reticulatum* kann ja recht gut ein Überbleibsel aus der Zeit gewesen sein, wo die Art daselbst häufig war, oder, da es von sehr geringer Grösse ist, anderswoher hierhergekommen sein; und was die andere Molluskenart *Cardium edule* betrifft, so ist diese Muschel in der Lagerserie überall zu finden gewesen, wo Schalen von marinen Mollusken angetroffen worden, und gewährt daher keinen ganz sicheren Anhaltspunkt, weder nach der einen noch der anderen Seite hin. Es ist allerdings wahr, dass in keinem der anderen Lager so grosse Individuen dieser Art angetroffen worden sind wie hier, darauf darf aber wenig Gewicht gelegt werden, weil man sich im vorigen Lager gar keine bestimmte Vorstellung von dem Grössenverhältnis der Art bilden konnte¹.

Unter den *Foraminiferen* sind es besonders die zahlreicher vertretenen Arten *Orbulina universa* und *Textularia globulosa*, die die Aufmerksamkeit auf sich ziehen. Sämtliche Exemplare der ersteren Art sind, gleich den in den vorigen Lagern angetroffenen, weit weniger »opak« (einige rein hyalin) als diejenigen der Kreide und der Moräne. Man möchte daher geneigt sein anzunehmen, dass auch die in diesem Lager angetroffenen Exemplare wahrscheinlich aus *quartärer* (d. h. *interglacialer*) Zeit stammen, und aus dem Vorhandensein derselben könnte man vielleicht berechtigt sein, in Bezug auf die Tiefe- und Salzgehaltsverhältnisse um diese Zeit noch weitgehendere Schlüsse zu ziehen, als dies bei der Erörterung des vorigen Lagers geschah.

Was *Textularia globulosa* betrifft, drängt sich auch hier die Frage auf: Gehört sie zu der Fauna des Cyprinenthons oder nicht? Unter Hinweis darauf, dass die Art von V. MADSEN (a. a. O. Seite 183) an verschiedenen Stellen in »diluvialen Ablagerungen mit arktischer oder borealer Fauna« gefunden worden ist, könnte die Entscheidung dieser Frage ziemlich leicht erscheinen, und zwar zu Gunsten der ersteren Alternative. Ausserdem muss bemerkt werden, dass ich im übrigen, soweit sich die Untersuchung bis jetzt erstreckt hat, im Cyprinenthon *keine* »fremden« Fossilien oder mit anderen Worten keine Thierreste aus älteren geologischen Perioden gefunden habe, falls nämlich meine vorhin ausgesprochene Ansicht in Bezug auf *Orbulina universa* richtig ist. Auf der anderen Seite aber ist zu bemerken, dass die Art (*Text. globulosa*) z. B. auf der Challengerexpedition nicht angetroffen worden ist; ebensowenig wird sie von

¹ Dagegen übertrafen die hier gefundenen Exemplare die in den Lagern *b*₁, *b*₂ sowie in dem Mytilusreichen Lager angetroffenen weit an Grösse und bezeugen daher mit Wahrscheinlichkeit, dass der Salzgehalt um diese Zeit grösser gewesen als zur Zeit der Bildung der genannten Lager.

GOËS unter den von ihm untersuchten *arktischen* und *skandinavischen* Foraminiferen verzeichnet. Es ist daher sehr fraglich, ob die Art heutzutage lebend vorkommt¹. Zwei von den in diesem Lager gefundenen Exemplaren waren, gleich dem im Lager 2 angetroffenen, »opak«, das dritte aber hatte ein rein hyalines Aussehen; sie waren sämtlich nicht mehr als etwa halb so gross wie die in der Kreide und der Moräne befindlichen Exemplare.

Indessen liegt es nun auf der Hand, dass, wenn diese Art, die ja eigentlich eine Kreideform ist, während der »jüngsten Yoldiazeit« ziemlich häufig war (»Læsö ikke sjælden«), sie in interglacialer Zeit wahrscheinlich ebenso häufig oder sogar noch häufiger gewesen sein wird; und da man natürlich nicht das Recht hat, ihr von vornherein einen Platz unter den »Foraminiferen der *Eiszeit*« zu verweigern, so möchte ich die hier in Rede stehenden Exemplare der Fauna des Cyprinenthons einordnen, jedoch mit der durch meine obigen Ausführungen bedingten Reservation.

Aus dem, was oben über die fossilen Reste dieses Lagers angeführt worden ist, dürfte indess mit genügender Deutlichkeit hervorgehen, dass ihre Zeugnisse nicht geeignet sind, einem endgültigen Urtheil über die Bildungsbedingungen dieses Lagers zu Grunde gelegt zu werden. Wollte man aber versuchen, sich ein solches Urtheil auf Grund der Verschiedenheit, die hinsichtlich der Molluskenfauna zwischen diesem und dem vorigen Lager besteht, zu bilden, so hiesse dies ja mit negativen Beweisen operieren und würde daher zu keinem sicheren Ergebnis führen. Der einzige Schluss, den man bei einem derartigen Vergleich zu ziehen berechtigt sein dürfte, ist wohl der, dass die hydrographischen Verhältnisse zur Zeit der Entstehung der beiden Lager nicht ganz gleichartig gewesen sein können.

Diese Verschiedenheit hätte sich wohl deutlicher bekundet, oder wenigstens wäre es leichter gewesen dieselbe zu beurtheilen, wenn ich Gelegenheit gehabt hätte überliegende Lager zu untersuchen, aber leider ist das nicht möglich, und zwar aus dem einfachen Grunde, dass es solche in dem meiner Untersuchung zu Grunde liegenden Profile nicht giebt. Das ist allerdings sehr zu bedauern, es lässt sich aber daran nichts ändern, da, wie früher erwähnt worden ist, kein besseres Profil zu finden war. Wir müssen uns daher damit begnügen, den Ausschlag abzuwarten, welchen *Ostracoden* und *Diatomeen* in dieser Frage eventuell geben können.

Es ist indess klar, dass an der Vollständigkeit des Profils vieles fehlt, oder mit anderen Worten, dass ein beträchtlicher Theil von der oberen Partie der ursprünglichen Lagerserie aus irgend einer Ursache mangelt.

Vielleicht hätte man darüber einigen Aufschluss erhalten können, wenn aus der nächsten Gegend, wo der Cyprinenthon von den von JOHNSTRUP erwähnten glacialen Bildungen — fossilienfreiem Thon und Sand sowie Moräne — überlagert wird, Proben eingesammelt, und die Untersuchung in umgekehrter Reihenfolge, d. h. von oben nach unten, ausgeführt worden

¹ Vgl. H. MUNTHE, Till frågan om foraminiferfaunan i sydbaltiska kvartärlager. G. F. F. Bd. 18. Hef. 4, Seite 242, wo dieser Verfasser die Ansicht ausspricht, dass die Art während der ganzen Quartärperiode ausgestorben gewesen sei.

wäre, bis man ein Lager angetroffen hätte, von welchem man hätte annehmen können, dass es mit Lager 3 oder 2 oben der hier beschriebenen Lagerserie äquivalent sei.

Ehe ich meine auf *die fossile Fauna* gegründete Erörterung der Frage nach den Bildungsbedingungen der einzelnen Lager abschliesse, erübrigt es noch, denjenigen Theil dieser Fauna, der durch *die marinen Ostracoden* vertreten wird, ins Auge zu fassen.

Dass diese Thiergruppe, gleich der durch *die Diatomeen* vertretenen fossilen Flora, bisher unberücksichtigt geblieben ist, ist indess, wie bereits auf Seite 144 angedeutet wurde, keineswegs ein blosser Zufall, hängt auch jetzt nicht mehr von einer gebieterischen Nothwendigkeit ab, seitdem ich durch das gütige Entgegenkommen von Spezialisten auf den resp. Gebieten in die Lage gekommen bin, einen genügend detaillierten Bericht über dieselben zu liefern.

Ich habe es nämlich für zweckmässig erachtet, die genannten Organismen (*Ostracoden* und *Diatomeen*) in einem Zusammenhange und unabhängig von einander zu erörtern, und zwar mit Zugrundelegung der mir zur Verfügung gestellten Mittheilungen über ihre Artenanzahl und der damit verknüpften Angaben über ihre Lebensbedingungen u. s. w., sowohl um dadurch ihre Sonderstellung den — falls nicht ausdrücklich anders gesagt ist — auf meine eigenen Untersuchungen gegründeten Fossilienbestimmungen gegenüber besser feststellen zu können als auch namentlich um die Übersicht über dieselben in ihrem Verhältnis zu den bereits beschriebenen Fossiliengruppen (*Mollusken* und *Foraminiferen*) zu erleichtern. Durch dieses Verfahren wird ohne Zweifel der Zusammenhang zwischen den Hauptgruppen der Fauna unter einander sowie zwischen der Fauna in ihrer Gesamtheit und der Flora (*den Diatomeen*) am besten beleuchtet. Die vier Faktoren, mit denen man bei einer Untersuchung wie der vorliegenden hauptsächlich zu rechnen hat, *Mollusken*, *Ostracoden*, *Foraminiferen* und *Diatomeen*, werden somit, als Einheiten, einander gegenübergestellt, und ihr relativer Werth für diese Untersuchung kommt auf diese Weise am besten zum Ausdruck.

Die Bestimmung *der marinen Ostracoden* sowie die übrigen Angaben über dieselben verdanke ich Herrn Stud. der Phil. J. G. ANDERSSON; im untenstehenden Tableau habe ich die Ergebnisse seiner Untersuchung zusammengestellt:

Lager	Arten	Anzahl Ex. (Schalen)	Horizon- tale Aus- breitung	Anmerkungen
b_2	<i>Cytheridea torosa</i> JONES	1	s.	Die Art wird als eine ausgeprägte Brackwasserform angesehen und ist in der westlichen Ostsee, den Scheren von Stockholm, dem Asow'schen Meer und übrigens an verschiedenen Stellen von der Christiania-Gegend — Mittelmeer gefunden.
Mytilusreiche	» » »	1	»	
	<i>Cytherura</i> sp.	3		
1 oben	?			Unbestimmbare Fragmente.
3 »	<i>Cythere tuberculata</i> SARS	1	w.	In dem Nördlichen Eismeer, Mittelmeer, den westindischen Gewässern u. s. w. gefunden, aber bis jetzt nicht in Brackwasser angetroffen; sie scheint somit eine rein marine Form zu sein.

Aus dieser übersichtlichen Darstellung der in den marinen Lagern gefundenen Ostrocoden und ihrer Bedeutung für die Aufklärung der betreffenden Theile der Lagerserie ist nicht schwer zu erkennen, dass sie die besten Anhaltspunkte in dieser Hinsicht gewähren und die Schlussfolgerungen bestätigen, die ich in erster Linie auf Grund der Zeugnisse der Mollusken in Bezug auf die Hauptmomente der Geschichte (wenn ich so sagen darf) dieser Ablagerung ziehen zu dürfen geglaubt habe.

Wir erinnern uns auch an den wichtigen Ausschlag, den die Ostracodenfauna bei der Charakterisierung des ältesten fossilienführenden Lagers, d. h. der Grenzschrift zwischen der Süßwasserbildung und dem »Hvitå«-Thone, gab.

Der ihrer Art nach bestimmbaren *Ostracoden* giebt es im Ganzen nur drei, und zwar (der Reihenfolge nach, in der sie in der Lagerserie auftreten) *Candona candida* (Süßwasserform, in dem Süßwasserlager), *Cytheridea torosa* (Brackwasserform, in den als Brackwasserbildungen vorhin charakterisierten Lagern b_3 und dem Mytilusreichen) und *Cythere tuberculata* (rein marine Form, im Lager 3 oben, von dem ich oben Seite 160, Fussnote nur feststellen konnte, dass es in höherem Grade marin ist als b_1 , b_2 und das Mytilusreiche Lager).

Obwohl somit die Ostracoden hinsichtlich sowohl ihrer Arten- als auch Individuenzahl in dieser Lagerserie äusserst spärlich vertreten sind, haben sie doch gewichtige Stützen für die Deutung derselben an die Hand gegeben; sie hätten aber ohne Zweifel noch bessere Resultate ergeben, wenn mit Rücksicht auf ihr spärliches Vorkommen grössere Partien von Proben geschlämmt worden wären. Gewiss wären dann Vertreter derselben auch in denjenigen (fossilienführenden) Lagern angetroffen worden, in

denen keine haben nachgewiesen werden können. Vielleicht hat das hier Gesagte auch bei biologischer Untersuchung von Thonen aus anderen Lokalen volle Geltung.

Mit dem Bericht, den ich jetzt auf Grundlage der *fossilen Fauna* über die Lagerserie von Ristinge Klint gegeben habe, darf ich, wenigstens was den Cyprinenthon angeht, mir nicht schmeicheln, die Frage nach der Beurtheilung derselben einer endgültlichen Entscheidung zugeführt zu haben. Im Gegentheil, es bleibt noch, wie wir gesehen haben, vieles übrig, was der Erklärung bedarf. An und für sich hat zwar die Lagerserie mit Ausnahme des obersten Lagers, eine sehr deutliche Sprache geredet; aber im Vergleich zu dem, was man bisher als charakteristisch für die Lagerungsweise des Cyprinenthons betrachtet hat, hat sie eine bemerkenswerthe Abweichung, und zwar zunächst in Bezug auf das eigentliche sogenannte »*Cyprinalag*» aufgewiesen.

Aus der stratigraphischen Untersuchung geht übrigens hervor, dass die Lagerserie, abgesehen von der Moräne, sich in folgende *Hauptabtheilungen* (von oben nach unten) zergliedert.

- | | | |
|--|---|--|
| I. <i>Marine, fossilienführende Lager</i> | { | <i>Tiefwasser-bildung</i> (mehr rein marin) — Lag. 2—1 oben (Lag. 3 oben).
<i>Seicht- und Brackwasser-bildung</i> — Das <i>Mytilusreiche Lager</i> — b_1 . ¹ |
| II. <i>Das Süßwasserlager</i> — Lager a. | | |
| III. <i>Fossilienfreie Bildungen</i> (» <i>Hvitå</i> »-Bildungen) — Lager 1—7 unten. | | |

¹ Diese Eintheilung der *marinen fossilienführenden Lager* mag, namentlich was den Salzgehalt betrifft, weniger korrekt erscheinen, da sich eine *scharfe Grenze* zwischen dem Lager 1 und dem *Mytilusreichen Lager* in dieser Hinsicht nicht hat nachweisen lassen. Da der Salzgehalt zur Zeit der Bildung der marinen fossilienführenden Lager wenigstens bis einschliesslich des Lagers 2 gradweise im Steigen gewesen ist — welche Bewandnis es in dieser Beziehung mit dem Lager 3 hat, ob der Salzgehalt damals grösser oder geringer als zur Zeit der Entstehung des Lagers 2 gewesen ist, lässt sich auf Grund der bisherigen Resultate der Untersuchung nicht entscheiden — liegt es auf der Hand, dass man den Ausdruck »mehr rein marin« nicht zu buchstäblich nehmen darf, so dass etwa alle die der »Tiefwasserbildung« zugewiesenen Lager als *vollständig marin* zu betrachten wären.

Offenbar kann dies also mit dem Lager 1 nicht der Fall sein, ja es scheint mir, als ob man auf Grund des allgemeinen Charakters der Foraminiferenfauna bis zu einem gewissen Grade zu der Annahme berechtigt wäre, dass der Salzgehalt sogar während der Bildung des Lagers 2 (und 3) die Höhe z. B. des heutigen der Nordsee (3,5 %) nicht erreicht habe; wenn dies aber der Fall sein sollte, muss jedenfalls der Unterschied ein äusserst unbedeutender sein und sich nur auf einige Zehntel Prozent belaufen.

Das Lager 3 ist in Klammern gesetzt worden um zu bezeichnen, dass sein Charakter einer *Tiefwasserbildung* noch nicht völlig sicher gestellt, sondern nur sehr wahrscheinlich ist, und zwar weil das Lager sich als *marin* erwiesen hat; als solches kann es nämlich nach dem engen Zusammenhang zu urtheilen, der betreffs der unterliegenden Lager zwischen Tiefe und Salzgehalt stets stattfindet, auch als eine »Tiefwasserbildung« betrachtet werden.

Den Eintheilungsgrund hat dabei die verschiedene Beschaffenheit der Fauna in den einzelnen Lagern abgegeben, und ohne Frage haben dabei die *Mollusken* die grösste Rolle gespielt. Oft hat auch die *Beschaffenheit des Materials* gute Anhaltspunkte für die Charakterisierung derselben gewährt.

In Bezug auf die *hydrographischen Verhältnisse* während der verschiedenen Phasen von der Bildung der Lagerserie — den eigentlichen Gegenstand meiner Untersuchung — ist zu bemerken, dass das *seichteste Wasser* in Verbindung mit der grössten *Landhebung* in die Zeit der Bildung des *Süsswasserlagers* zu verlegen ist, worauf eine *Landsenkung*, die sich durch eine stetige Zunahme an Tiefe bekundet, stattgefunden und zur Zeit der Bildung des *Lagers 2 oben* (*des Lagers 3 oben?*) ihren Höhepunkt erreicht hat, alles in *völlig kontinuierlicher Reihenfolge*.

Wie zu erwarten war, zeigt auch der Salzgehalt des Wassers ein damit direkt proportionales Verhältnis, so dass auch dieser zur Zeit der Bildung des *Lagers 2 oben* (*des Lagers 3 oben?*) am grössten gewesen ist.

Was wieder die *klimatischen Verhältnisse* betrifft, liegen die Dinge bis zu einem gewissen Grade anders. Ich halte nämlich dafür, dass das *Mytilusreiche Lager* (sowie *Lager 1 oben*) auf ein etwas günstigeres Klima hinweist als das *Süsswasserlager* einerseits und das *Lager 2 oben* andererseits, und dass somit die Besserung des Klimas zur Zeit der Bildung des *Mytilusreichen Lagers* (oder des *Lagers 1 oben?*) ihr Maximum erreicht hat. Für diese Annahme sind indess endgültige Beweise nicht vorgebracht; möglicherweise können jedoch die *Diatomeen* in dieser Frage einen bestimmten Ausschlag geben. Ehe ich aber zur Erörterung derselben übergehe, gebe ich im untenstehenden Tableau eine allgemeine Übersicht über die Fauna der *marinen, fossilienführenden Lager* (= Cyprinenthon »im weitesten Sinne des Wortes«, vgl. Seite 142), soweit sie sich hat näher ermitteln lassen.

Das Vorkommen der verschiedenen Arten in den resp. Lagern wird durch das Zeichen + kenntlich gemacht. Ein solches Zeichen zeigt an, dass die Art selten, *zwei*, dass sie nicht selten, und *drei*, dass sie häufig vertreten ist. Die Bedeutung dieser Begriffe ist früher genauer präzisiert worden; dabei ist jedoch zu bemerken, dass, was die *grösseren Molluskenarten* betrifft, diese Bezeichnungen sich selbstredend nicht auf die Zahl der Individuen sondern auf die Menge der vorhandenen Fragmente beziehen. Durch besondere Kursivschrift sind diejenigen Arten kenntlich gemacht, die für den Cyprinenthon in Dänemark neu sind. Ein Sternchen (*) vor einer Art zeigt an, dass sie für den Cyprinenthon von Ristinge Klint neu ist, wie sich das aus einem Vergleich mit dem auf Seite 146 gegebenen Verzeichnis über die früher bekannte Fauna des Cyprinenthons ergibt.

Arten	Lager <i>b</i> ₁	Lager <i>b</i> ₂	Mytilusreiches Lager	Lager 1 oben	Lager 2 oben	Lager 3 oben
<i>Mytilus edulis</i> LIN.			+++	+		
<i>Ostrea edulis</i> LIN.					++	
<i>Cyprina islandica</i> LIN.					+++	
<i>Tapes aureus</i> GMEL.			++(+)	+	+	
<i>Corbula gibba</i> OLIVI				+		
<i>Cardium edule</i> LIN.	+++	+++	+++	+++	++	++
» <i>echinatum</i> LIN.				+	++	
<i>Cyamium minutum</i> FABR.			+			
<i>Fusus antiquus</i> LIN.			+			
<i>Nassa reticulata</i> LIN.			++	+		
<i>Cerithium reticulatum</i> DA COSTA. .		+++	+++	+		+
<i>Hydrobia ulvæ</i> PENN.			++			
» » Var. <i>ventrosa</i> MONT.			++			
<i>Onoba proxima</i> ALD.			+			
<i>Cytheridea torosa</i> JONES		+	+			
<i>Cytherura</i> sp.			+			
<i>Cythere tuberculata</i> SARS						+
<i>Balanus</i> sp.			+++			
<i>Textularia globulosa</i> ¹ EHRENB. . . .					+	+
<i>Polymorphina lactea</i> WALK. & JAC. .			+		+	
* » <i>oblonga</i> D'ORB.					+	
<i>Orbulina universa</i> ¹ D'ORB.				+	+	++
<i>Rotalina beccarii</i> LIN.	+	++	+++	+++	+++	+++
* » » Var. <i>lucida</i> MADSEN			+++	+++	+++	+++
<i>Nonionina depressula</i> WALK. & JAC. .	+	+++	+++	+++	+++	+++
» <i>pompilioides</i> FICHT. & MOLL. . .				+		
<i>Polystomella striatopunctata</i> FICHT. & MOLL.			++	++	++	++
<i>Polystomella striatopunctata</i> Var. <i>in-</i> <i>certa</i> WILL.	+	++	+++	+++	+++	+++

Das obenstehende Artenverzeichnis dürfte besser als Worte die Reihenfolge und den Gang des Auftretens und des Verschwindens der einzelnen Thierformen am Orte veranschaulichen.

Dieser Wechsel der Fauna erweist sich mit äusserst wenigen oder

¹ Sekundär?

vielleicht gar keinen Ausnahmen¹ als völlig systematisch, oder mit anderen Worten, Ursache (die hydrographischen Veränderungen, wie sie hier dargestellt worden) und Wirkung (die Veränderung der Fauna) scheinen mit einander sehr gut im Einklang zu stehen², und ich glaube daher behaupten zu dürfen, dass meine Deutung der ersteren, soweit es überhaupt möglich ist, das Richtige trifft.

Wir werden jetzt zusehen, in wie weit die durch die *Diatomeen* vertretene *fossile Flora* das Zeugnis der Fauna bestätigt, bezw. damit in Widerspruch steht.

Aus dem vorhergehenden Bericht über die Resultate von der Schlämmung der einzelnen fossilienführenden Proben ergibt sich, dass *Diatomeen* nicht in dem Süßwasserlager und dem Lager b₁, sondern nur in den Lagern b₂, dem Mytilusreichen, 1, 2 und 3 oben angetroffen worden sind.

Sowohl für die Artenbestimmung als auch für alle sonstigen Mittheilungen über die *Diatomeen* bringe ich Herrn Professor P. T. CLEVE meinen ehrerbietigsten Dank dar.

Umstehendes Tableau giebt in extenso das Resultat an, welches Prof. CLEVE's Untersuchung über die von mir aus den genannten Lagern ausgeschlammten und isolierten *Diatomeen* ergab.

Die Arten sind *gruppenweise* geordnet, und zwar nach dem *Salzgehalt*, der für ihr heutiges Auftreten massgebend ist. In der *ersten Gruppe* sind somit die *reinen Meerformen* zu finden, die einen Salzgehalt von ca 3,4—3,5 ‰ verlangen. Die Arten der *zweiten Gruppe* sind *euryhalin*; die der *dritten* sind *Brackwasserformen*, einen Salzgehalt von 0,5—0,8 ‰ verlangend; die *vierte Gruppe* umfasst die Süßwasserformen (Salzgehalt 0—0,2 ‰), die jedoch nur durch eine Art vertreten sind. In einer *fünften Gruppe* sind schliesslich einige *sekundär* auftretende *miocäne* Formen untergebracht.

Die *Bezeichnungen* für die durch klimatologische Ursachen bedingte *geographische Ausbreitung*³ der Arten und deren Bedeutung sind dieselben wie vorher (*n* bezeichnet jedoch, dass die Ausbreitung der betreffenden Art nach S ungefähr durch die Linie Schottland—Bohuslän begrenzt wird). Das Vorkommen in den verschiedenen Lagern wird durch das Zeichen + kenntlich gemacht, und zwar zeigt ein solches Zeichen in den resp. Kolumnen an, dass die Art in dem betreffenden Lager *selten*, *zwei*, dass sie *ziemlich häufig*, *drei*, dass sie *häufig* und *vier*, dass sie *sehr häufig* ist.

¹ Das Vorkommen einer Art wie *Cerithium reticulatum* im obersten Lager dürfte, wie ich früher hervorgehoben habe, ganz zufällig sein und somit nur scheinbar eine Ausnahme bilden.

² Nichts dürfte auch kräftiger als eben diese Regelmässigkeit des Auftretens der Thierformen zu Gunsten der Ursprünglichkeit der Lagerungsfolge sowie der Annahme sprechen, dass die Thierfossilien mit ganz wenigen oder keinen Ausnahmen nicht sekundär eingelagert sind, falls überhaupt eine gegentheilige Ansicht denkbar oder irgend wie befugt ist.

³ Die sich darauf beziehenden Angaben sind den oft citierten Arbeiten MUNTHE's, Studier öfver Balt. hafns quart. hist. und Prel. Report on the Phys. Geogr. of the Lit.-Sea, entlehnt; wo dies nicht der Fall ist, verdanke ich sie den gütigen Mittheilungen Prof. CLEVE's.

Schliesslich hat Prof. CLEVE für jede von den rein marinen Formen angeben können, ob die fragliche Art eine *Plankton-* oder *Grundform (litoral)* ist, was für meine vorliegende Aufgabe ohne Zweifel von der allergrössten Bedeutung ist.

Arten	Horizontale Ausbreitung	Lager b ₂	Lager Mytilusreiche	Lager 1 oben	Lager 2 oben	Lager 3 oben	Anmerkungen
I ^{te} Gruppe:							
<i>Actinocyclus Ralfsii</i> W. SM.	s.			+++	++	+++	Neritisch
<i>Actinoptychus undulatus</i> EHB.	s.	++	++++	++++	++++	++++	Kommen gegenwärtig hauptsächlich bei Schottland und in der Nordsee vor.
<i>Auliscus sculptus</i> W. SM.	s.			+++	++	+++	
<i>Biddulphia Rhombus</i> EHB.	s.		+	++++	+	++	Nerit. od. Lit.
<i>Cerataulus turgidus</i> W. SM.	s.		+	++	+		Litoral
<i>Coscinodiscus asteromphalus</i> EHB.	w.	++++	++	++++	++	++	Oceanisch
<i>Coscinodiscus exentricus</i> EHB.	w.		+	+	++		
<i>Coscinodiscus Kützingerii</i> A. SCHM.	w.				+		Neritisch
<i>Coscinodiscus radiatus</i> EHB.	w.					+	
<i>» Dicladia »</i> sp.		+			+	+	Oceanisch
<i>Diploneis Bombus</i> EHB.	w.				+		Litoral
<i>Endictya minor</i> A. SCHM.	s.				+	+	
<i>Hyalodiscus stelliger</i> BAIL.	w.				+		Oceanisch
<i>Navicula abrupta</i> GREG.	w.				+		Lit. u. Nerit.
<i>» latissima</i> GREG.	s.				+	+	
<i>» Lyra</i> EHB.	w.			++	++	++	Litoral
<i>» tumida</i> BRÉB.	w.				+		»
<i>Nitzschia punctata</i> W. SM.	s.		+				
<i>» Sigma</i> KÜTZ.	w.		+				(Etwas euryhalin 1-3 ‰)
<i>Paralia sulcata</i> EHB.	w.		+	+	++	++	
<i>Pyxilla baltica</i> GRUN.	n.				+		Neritisch
<i>Surirella fastuosa</i> EHB.	s.				+	+	Litoral
<i>Triceratium antediluvianum</i> EHB.	w.				+	+	
II ^{te} Gruppe:							
<i>Diploneis didyma</i> EHB.	w.	+			+		Zur IIIten Gruppe?
<i>» Smithii</i> BRÉB.	w.			+	+	+	

Arten	Horizontale Ausbreitung	Lager b_2	Lager Mytilusreiche	Lager 1 oben	Lager 2 oben	Lager 3 oben	Anmerkungen
III ^{te} Gruppe:							
<i>Campylodiscus Clypeus</i> EHB.	w.	+	++	+		+	} Sekundär. (Aus Brackwasser oder Bucht.)
» <i>Echineis</i> EHB.	w.	+	++	+	+	+	
<i>Epithemia turgida</i> EHB.	s.		+		++		
<i>Surirella striatula</i> TURP.	s.	+	+	+			
<i>Terpsinoe americana</i> BAIL.	(s.)		+				
IV ^{te} Gruppe:							
<i>Melosira arenaria</i> MOORE	w.	+					
V ^{te} Gruppe:							
<i>Hemiaulus</i> sp.		+			+	+	} Kommen in mio- cänen Lagern in Dänemark vor.
<i>Paralia ornata</i> GRUN.			+				
<i>Stephanopyxis intermedia</i> GRUN.					++	++	

Die Planktonformen sind dann wieder in *neritische* (auf die Küstengebiete eingeschränkt) und *oceanische* (die ihre eigentliche Heimath weiter hinaus in den grossen Weltmeeren haben) eingetheilt worden.

Unter den Diatomeen befanden sich ausser *Spongiennadeln* auch Vertreter der mit Kieselskeletten versehenen *Silicoflagellaten*. Sie gehörten alle nach der Bestimmung Prof. CLEVE's zur Art *Dictyocha Fibula* EHB., die eine rein marine Form ist und denselben Salzgehalt wie die Diatomeen der ersten Gruppe, d. h. 3,4—3,5 ‰ (CLEVE) verlangt. Wie zu erwarten war, tritt sie nur in den Lagern 1, 2, 3 oben auf.

Sie ist jedoch eine *Planktonform*, kann aber sowohl *oceanisch* als auch *neritisch* sein.

Über das Zeugnis der Diatomeenflora hat sich Prof. CLEVE in folgender Richtung geäussert: »Die Ablagerung ähnelt von den heutigen am meisten den bei Schottland befindlichen. Der Salzgehalt des Wassers ist während der ganzen Bildungszeit der diatomeenführenden Lager vollständig einartig gewesen, d. h. 3,4—3,5 ‰. Wenn in irgend einer Hinsicht eine Veränderung zu spüren ist, so würde das in Bezug auf das Tiefverhältnis der Fall sein; denn hier scheinen die Diatomeen eine gewisse Oscillation anzudeuten, insofern nämlich das Lager b_2 , wo die *oceanischen* Formen am zahlreichsten¹ sind, wahrscheinlich in *tiefem* Wasser abgesetzt worden ist; in dem Mytilusreichen Lager sind die *neritischen* Formen am

¹ Was die Individuenzahl betrifft.

zahlreichsten¹, was für die betreffende Zeit auf *seichtes* Wasser schliessen lässt; im Lager 1 halten sich die *oceanischen* und die *neritischen* Formen einigermassen die Wage¹, weshalb der Charakter dieses Lagers sich in der betreffenden Hinsicht nicht deutlich genug zu erkennen giebt; im Lager 2 überwiegen¹ wieder *neritische* Formen, und demgemäss ist dieses ein *Seichtwasserlager*; das Gleiche scheint auch mit dem Lager 3 der Fall zu sein».

Es ist somit die Individuenzahl oder mit anderen Worten der Hauptcharakter der Diatomeenflora selbst, was für Prof. CLEVE bei seiner Charakterisierung der Lagerserie in der zuletzt besprochenen Hinsicht massgebend gewesen ist.

Dieser allgemeine Charakter der Diatomeenflora liegt auch zum wesentlichen Theil der Ansicht Prof. CLEVE's über den Salzgehalt des Wassers um die fragliche Zeit zu Grunde; dabei dürfte aber auch die Auffassung, die Prof. CLEVE betreffs der vorhandenen Brackwasserformen ausgesprochen hat, dass sie nämlich *sekundär* seien, mitgewirkt haben.

Hier drängt sich aber die Frage auf, ob nicht auch die *Artenzahl* in Betracht gezogen zu werden verdient sowie auch die Eventualität, dass die als *sekundär* bezeichneten Brackwasserformen (und die Süsswasserform) nicht aus grösserer oder geringerer Ferne hiehertransportiert worden seien, sondern wirklich an diesem Ort gelebt hätten. Zu dieser Frage werde ich durch den diametralen Gegensatz veranlasst, der sich somit bei der Deutung von den Zeugnissen der Fauna und Flora geltend macht, und der die Ansichten, die über die einen oder die anderen ausgesprochen worden sind, als völlig unvereinbar erscheinen lässt.

Prof. CLEVE's Ansicht über die Brackwasserformen (und die Süsswasserform), dass sie sekundär eingelagert seien, fusst auf die Erwägung, dass sie unmöglich zusammen mit den für Brackwasser äusserst empfindlichen *Hauptformen* der ersten Gruppe² hätten leben können. Diese Hauptformen sind: *Actinocyclus Ralfsii* (vgl. die Fussnote unten), *Actinoptychus undulatus*, *Auliscus sculptus*, *Biddulphia Rhombus* und *Coscinodiscus astromphalus*. Alle diese sind oder können möglicherweise *Planktonformen* sein mit Ausnahme von *Biddulphia Rhombus*. Es dürfte indess einigermassen fraglich sein, ob nicht die *Planktonformen* im Vergleich zu den *litoralen* nur in geringerem Grade geeignet sind, Untersuchungen wie der vorliegenden zu Grunde gelegt zu werden, und ob sich nicht daher eine andere Möglichkeit denken liesse, die Möglichkeit nämlich, dass es eben diese Planktonformen seien, die gewissermassen sekundär wären, und zwar insofern sie mit salzigeren Meeresströmungen in das brackige Wasser des »Cyprinenmeeres« transportiert worden, wo sie nicht hätten existieren können, sondern gestorben und zu Grunde gesunken wären.

¹ Was die Individuenzahl betrifft.

² Dabei hat man jedoch wohl von der Art *Actinocyclus Ralfsii* abzusehen, die in Wasser mit einem Salzgehalt gleich dem in der Gegend heute herrschenden leben kann H. MUNTZE, Balt. hafn. quart. hist. DERSELBE, Prel. Rep. on the Phys. Geogr. of the Lit.-Sea).

Die Annahme, dass der Salzgehalt die ganze Zeit hindurch der gleiche gewesen sein sollte, dass aber nichtsdestoweniger bedeutende Schwankungen des Wasserstandes stattgefunden hätten, steht auch vollständig in Widerspruch mit dem, was ich bereits oft als für die fragliche Gegend wahrscheinlich hervorgehoben habe, dass nämlich Tiefe und Salzgehalt dort mit einander in unzertrennlichem Kausalzusammenhange stehen müssen, so dass Veränderungen in der einen Hinsicht (Salzgehalt des Wassers) durch entsprechende Veränderungen in der anderen (Niveauperänderungen) bedingt sein müssen, und ich glaube auf Grund der verschiedenartigen Beschaffenheit des Sedimentes und der Zeugnisse der fossilen Fauna (Mollusken, Ostracoden, Foraminiferen) die Richtigkeit meiner Ansicht in befriedigender Weise dargethan zu haben.

Mag somit die Deutung, die dem Zeugnis der Diatomeen zu Theil geworden ist, noch so gut begründet sein, so muss es doch in Frage gestellt werden, ob sie die richtige sei, oder ob sie nicht vielleicht mit der Deutung im Einklang stehen könne, die ich dem Zeugnis der fossilen Fauna gegeben habe.

Ohne meiner Darstellung einen anderen Werth beilegen zu wollen als denjenigen, den eine nicht auf Fachkenntnisse sich stützende Auffassung beanspruchen kann, gehe ich jetzt dazu über, der Deutung Ausdruck zu geben, die mir sowohl an und für sich als auch namentlich mit Rücksicht auf meine obige Darstellung der Hydrographie des »Cyprinenmeeres« als die wahrscheinlichste und im vorliegenden Falle als die allein mögliche erscheint.

Den Ausgangspunkt für die Behandlung der Frage bildet die Überzeugung,

1. dass die *Artenzahl* der Diatomeen bei der Charakterisierung dieser Ablagerung ebensogut Beachtung verdient wie ihre Individuenzahl;
2. dass die als *sekundär* bezeichneten Brackwasserformen der Gruppe III (und die Süßwasserform der Gruppe IV) *nicht* sekundär sind, sondern an dem fraglichen Ort gelebt haben, was auf der anderen Seite zu der Annahme nöthigt, dass nicht nur die planktonischen Hauptformen, sondern auch sämtliche zur Gruppe I gestellten Arten keinen ganz adäquaten Ausdruck für den Salzgehalt abgeben, wenigstens was die Lager *b*₂, das Mytilusreiche und 1 oben angeht, wo ihre Anzahl sowohl an und für sich als in prozentischer Relation zu den Brackwasserformen geringer ist als in den Lagern 3 und namentlich 2 oben.

Zur Beleuchtung dieses Verhältnisses bediene ich mich folgender zusammenfassenden Darstellung der Anzahl Arten, die die zu den Gruppen I, III und IV gehörigen Diatomeen in den einzelnen Lagern aufweisen; dabei schliesse ich jedoch die beiden Arten der Gattung *Nitzschia* aus, weil ich der Ansicht bin, dass sie nur aus Versehen der Gruppe I eingeordnet worden sind, da sie, nach der Gruppierung in Balt. haf.s quart. hist. und Prel. Rep. on the Phys. Geogr. of the Lit.-Sea zu urtheilen, *euryhalin* und somit zur Gruppe II zu stellen sind; für die Frage selbst dürfte dies jedoch nicht von besonders grosser Bedeutung sein. Dass die Gruppen II

und V vollständig ausgeschlossen worden sind, bedarf meines Erachtens keiner besonderen Motivierung. Der Prozentgehalt ist in ganzen Zahlen ausgedrückt.

Gruppe	Lager									
	b_2		Das Mytilus-reiche		1		2		3	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
I	3	43	6	55	9	75	20	91	13	87
III	3	43	5	45	3	25	2	9	2	13
IV	1	14	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe	7	—	11	—	12	—	22	—	15	—

Was bei der Durchmusterung sowohl dieses als auch des vorigen (grossen) Tableaus in erster Reihe die Aufmerksamkeit auf sich lenken muss, ist die auffallend grosse Zahl der rein marinen Diatomeen, die das Lager 2 kennzeichnet, und ferner die Thatsache, dass die einzige Süsswasserform, die vorhanden ist, gerade im Lager b_2 angetroffen worden ist, welches Lager ausserdem dadurch charakterisiert wird, dass die Süss- und Brackwasserformen zusammengenommen die rein marinen an Zahl überwiegen; und gewiss muss dies alles mehr als ein blosser Zufall sein.

Fassen wir das kleine Tableau und die Bedeutung der darin mitgetheilten Ziffern näher ins Auge, können wir nicht anders sagen, als dass die Zeugnisse der Diatomeen auch im einzelnen in dem vollständigsten Einklang mit der Deutung stehen, die ich bereits der Fauna gegeben habe. Ich habe bei mehreren Gelegenheiten an der Hand der Thierfossilien die völlig kontinuierliche Zunahme an Salzgehalt (und Tiefe) betont, die sich von dem Süsswasserlager an bis an das Lager 2 oben (einschl.) geltend macht. Und was beweisen wohl sonst die Diatomeen? Der Prozentgehalt der Arten der ersten Gruppe nimmt successiv von Lager b_2 —2 in folgendem Verhältnis zu: 43 : 55 : 75 : 91 (vgl. das obenstehende Tableau); die entsprechenden Prozentzahlen für die Süss- und Brackwasserarten¹ verringern sich natürlich gleichzeitig, und zwar ebenfalls successiv, in folgendem Verhältnis: 57 : 45 : 25 : 9. Der Unterschied zwischen den resp. Zahlen ist $= \pm 12 \pm 20 \pm 16$, und wir finden somit, dass die Differenz zwischen dem Mytilusreichen Lager und dem Lager 1 am grössten ist, oder mit anderen Worten, dass die Diatomeen für die beiden genannten Lager den grössten Unterschied des Salzgehaltes angeben, was ja sehr gut zu meiner in dieser Hinsicht gemachten Gliederung der Lagerserie stimmt, bei welcher bekanntlich die Grenze zwischen den Brackwasserlagern und den mehr rein marinen Lagern (falls eine solche Grenze in Bezug auf diese Ablagerung überhaupt möglich ist) gerade in die fragliche Stelle der Lagerserie verlegt wurde.

Man gelangt somit zu den nämlichen Resultaten betreffs der Gli-

¹ Dass bei diesem Vergleich die Gruppen III und IV zusammengefasst worden sind, muss natürlich ganz berechtigt sein.

derung der marinen, fossilienführenden Lager in der zuletzt genannten Hinsicht, sei es, dass man derselben die Fauna oder die Flora zu Grunde legt.

Ich habe bis jetzt das Lager 3 absichtlich unberücksichtigt gelassen, um zuerst, ehe ich ein endgültiges Urtheil über dieses schwer zu deutende Lager fälle, zuzusehen, in wie weit sich die Diatomeen der übrigen Lager als zuverlässige Zeugen dokumentieren, d. h. in wie weit sie, wie sie jetzt nach meinem Dafürhalten aufzufassen sind, die Darstellung bestätigen, die ich an der Hand der Fauna in Bezug auf die erwähnten Lager gegeben habe. Da nun diese Untersuchung ein so günstiges Resultat ergeben hat, nehme ich keinen Anstand, die Diatomeen einer Beurtheilung einer oder einiger das Lager 3 betreffenden Fragen, auf welche die Fauna keine Antwort gegeben hat, zu Grunde zu legen. Bis jetzt habe ich in Bezug auf dieses Lager nur feststellen können, dass es marin und — *ex analogia* — eine Tiefwasserbildung ist, aber über die nähere Beziehung desselben zu den unterliegenden Lagern hat uns die Fauna im Stiche gelassen.

Das kurz vorher mitgetheilte Tableau zeigt, dass die Differenz zwischen den Prozentzahlen für die Lager 2 und 3 die geringste ist, die vorkommt, und dass sie auch an und für sich sehr gering ist, wie aus den resp. Werthen $\pm 12 \pm 20 \pm 16 \mp 4$ erhellt. Die Diatomeen zeigen somit, dass das fragliche Lager sich sehr nahe und viel näher als das Lager 1 an das unterliegende Lager (2) anschliesst, und zugleich gewähren sie uns die interessante Auskunft, dass der Salzgehalt (und die Tiefe) dort im Abnehmen begriffen ist, oder mit anderen Worten, dass der *Salzgehalt* (und die *Tiefe*) zur Zeit der Bildung des *Lagers 2* seinen *Höhepunkt* erreicht hat.

Aus der vorhergehenden Erörterung des Lagers 3 oben haben wir ersehen, dass die Fauna, soweit sie uns hier Aufschlüsse zu geben vermochte, mit einander in Widerspruch stehende Zeugnisse abzulegen schien. Die Mollusken schienen für seichteres und weniger salziges Wasser als zur Zeit der Bildung des unterliegenden Lagers zu sprechen; die Foraminiferen wieder für das Gegentheil, aber, wohl zu merken, nur die als Leitfossilien fungierenden, als solche aber äusserst problematischen Arten *Orbulina universa* und *Textularia globulosa*. Was mich zum grossen Theil veranlasste, diese beiden Arten eher für quartär als präquartär anzusehen, war der Umstand, dass ich bis dahin im Cyprinenthon keine sekundär eingelagerten Fossilien angetroffen hatte (vgl. Seite 160). Dies hat jetzt nach Prof. CLEVE's interessantem Fund der drei *miocänen* Arten (in Gruppe V) keine Geltung mehr, was meine schon ohnehin nichts weniger als feste Ansicht über das quartäre (interglaciale) Alter dieser Foraminiferen in hohem Grade erschüttern muss und mich zu der Ansicht veranlasst, dass kein Hindernis der Annahme im Wege steht, dass die betreffenden Verhältnisse sich für das Lager 3 in Wirklichkeit so gestaltet haben, wie es die Diatomeen nach der von mir gegebenen Deutung derselben wahrscheinlich machen.

Wir dürfen indess nicht vergessen, dass der Ausschlag der Diatomeen hier (bei der Beurtheilung der Beziehung zum Lager 2) nicht ein so entscheidender ist, dass wir das Recht hätten, ihn für etwas anders als einen blossen Wahrscheinlichkeitsbeweis anzusehen. Dass jedoch das Lager

3 in Bezug auf Salzgehalt (und Tiefe) sich näher als irgend ein anderes Lager (also näher als Lager 1 und verhältnismässig in noch höherem Grade was die übrigen betrifft) an das Lager 2 anschliesst, ist meines Erachtens durch die Diatomeen ausser Frage gestellt; da aber die Differenz zwischen den beiden Lagern (Proben) eine so geringe ist, und die Fauna keine Stütze giebt, begreifen wir auch ohne Weiteres die Schwierigkeit einer positiven Äusserung darüber, in welcher Richtung diese geringe Veränderung sich geltend mache. Wir können uns dabei nur darauf stützen, dass die Zeugnisse der Diatomeen auf einen *Rückgang* hinweisen, und in Übereinstimmung damit muss die Charakterisierung des Lagers 3 nach dieser Seite hin ausfallen.

Ob die hydrographischen Verhältnisse, was den Salzgehalt angeht, je während der Entstehung der Lagerreihe oder mit anderen Worten zur Zeit der Bildung des Lagers 2 (und 3?) so vollständig marin gewesen seien, wie es die Diatomeen der ersten Gruppe an die Hand geben (ca 3.4—3.5 ‰), ist wiederum eine Frage, die sehr schwer zu beantworten ist, da die Differenz jedenfalls eine ganz unerhebliche sein muss, und es sich dabei aller Wahrscheinlichkeit nach nur um einige Zehntel Prozent handeln kann. Für mein Theil bin ich, in Erwägung des nicht ganz marinen Charakters der Foraminiferenfauna und des Vorkommens von Brackwasserdiatomeen in sämtlichen Lagern, geneigt zu glauben, dass dies nicht der Fall gewesen ist, und dass der Salzgehalt, was das Lager 2 betrifft, nicht gut höher veranschlagt werden kann als der heutige in den salzigsten Theilen des Kattegat, d. h. auf 3 ‰.

Die Voraussetzung, von der ich ausgegangen bin, nöthigt mich auch anzunehmen, dass die Diatomeen der dritten Gruppe in Wasser von etwas grösserem Salzgehalt leben können, als für diese Gruppe angesetzt worden ist (0.5—0.8 ‰). Dies scheint auch in der That der Fall zu sein, nach den Angaben zu urtheilen, die in Abhandlungen von MUNTZE über diese Frage mitgetheilt worden sind. So finden wir z. B. in seiner Arbeit, Prel. Rep. on the Phys. Geogr. of the Lit-Sea, die Angabe, dass die Arten *Campylodiscus Clypeus*, *C. Echineis* und *Surirella striatula* in Wasser mit einem Salzgehalt von bis zu ca 1.25 ‰ leben können. *Epithemia turgida*, die im Lager 2 sogar ziemlich häufig vorkommt, könne einen Salzgehalt von »mehr als 1.25 ‰« vertragen; sie ist somit die für Salzwasser am wenigsten empfindliche unter den Arten der dritten Gruppe. Was *Terpsinoe americana* betrifft, finden sich über sie in der citierten Arbeit¹ keine näheren Angaben nach dieser Seite hin, was jedoch von geringerer Bedeutung ist, da ja die Art nur in einem der ausgeprägteren Brackwasserslager vorkommt. Ferner muss man auch annehmen, dass die Süsswasserart *Melosira arenaria*, obwohl nur im Lager b₂ vorkommend, als solche

¹ Die Art ist jedoch an drei weit von einander gelegenen Stellen in Litorinaablagerungen angetroffen worden, wird aber zu der Gruppe gestellt, die nur mit der Rubrik "??" bezeichnet werden konnte, weil die Art nicht in unserm Welttheil als lebend gefunden ist, sondern nur (in Brackwasser) in Nordamerika von dem Hudson — Florida (nach CLEVE, Prel. Rep. Seite 28, Fussnote).

nicht allzu ausgeprägt ist, eine Annahme, die auch durch die Angabe be, MUNTHE, Über die sog. »undre grålera» und einige darin gef. Fossilien Seite 5, dass sie im nördlichen Theile des Baltischen Meeres lebe, bestätigt zu werden scheint; sie wird daher auch von MUNTHE (a. a. O. Seite 6) im Tableau über die Diatomeen des Ancylusthones von Heby in der Kolonne der Brackwasserformen untergebracht. Die Art kann somit wohl nichts anders sein als eine Reliktform aus der Zeit, wo das Süsswasserlager gebildet wurde, eine der, wie es scheint, höchst spärlichen Süsswasserformen, die die veränderten Bedingungen haben vertragen können, welche später eingetreten waren; sie scheint denn auch zur Zeit der Bildung des Lagers b_2 , die äussersten Bedingungen ihrer Existenz erreicht zu haben.

Als gegen meine Auffassung der Diatomeen sprechend muss ich die vollständig unverbürgten Annahmen bezeichnen, die ich zur Aufrechterhaltung dieser meiner Ansicht zu machen genöthigt bin, dass nämlich einerseits die beiden Arten der Gattung *Campylodiscus*, gleich *Epithemia turgida*, auch einen etwas grösseren Salzgehalt als ca 1.25 ‰ zu vertragen im Stande seien, und andererseits dass die zwei einzigen *litoralen* Arten der Gruppe I, die in irgend einem der Brackwasserlager vorkommen, *Biddulphia Rhombus* und *Cerataulus turgidus* (im Mytilusreichen Lager) entweder in Wasser von geringerem Salzgehalt als dem angegebenen zu leben vermöchten — wie dies nach den Angaben der vorhin citierten Arbeit (Balt. haf.s quart. hist.) z. B. mit den zur Gruppe I gestellten Arten *Actinocyclus Ralfsii*, *Navicula latissima* und *Pyxilla baltica* der Fall ist, die in Wasser von so geringem Salzgehalt wie 0.79 ‰ leben können — oder dass sie (*Biddulphia Rhombus* und *Cerataulus turgidus*) Planktonformen seien.

Fassen wir nun, wie wir aus gewissen bereits angegebenen Gründen zu thun berechtigt sein können, nur die *litoralen* Formen ins Auge, so erhalten wir folgende Tabelle.

Gruppe	Lager									
	b_2		Das Mytilusreiche		1		2		3	
	Anzahl	‰	Anzahl	‰	Anzahl	‰	Anzahl	‰	Anzahl	‰
I	—	—	2	29	3	50	9	82	5	71
III	3	75	5	71	3	50	2	18	2	29
IV	1	25	—	—	—	—	—	—	—	—
Summe	4	—	7	—	6	—	11	—	7	—

Diese Tabelle giebt wo möglich einen noch günstigeren Ausschlag für die Beurtheilung der in Rede stehenden Frage. Das Auftreten der *litoralen* Diatomeen in der Lagerserie schliesst sich in den Hauptzügen sehr nahe an die Ergebnisse der vorigen Tabelle an, wo auch die oceanischen und neritischen in Betracht gezogen wurden — die reinen Meerformen bei weitem am zahlreichsten im Lager 2, die Brack- und Süsswas-

serformen (prozentisch) im Lager b₂, wo übrigens keine einzige litorale, *marine* Form auftritt. Das Verhältniß zwischen den Prozentzahlen der einzelnen Lager entspricht ja auch im Ganzen recht gut dem vorher angegebenen.

Es erübrigt uns nur noch zuzusehen, welchen Ausschlag die Diatomeen in *klimatologischer* Hinsicht abgeben. Nach der Historik der Frage, oder mit anderen Worten nach den Untersuchungen zu urtheilen, die in dieser Hinsicht über die quartären Ablagerungen des südbaltischen Gebietes bereits angestellt worden sind, dürfen wir von den Diatomeen nach dieser Seite hin nicht zu viel erwarten. Wenn wir z. B. das Verzeichnis durchmustern, das von MUNTHE (nach CLEVE) in Balt. haf:s quart. hist. S. 23—24 über die Diatomeen in dem westpreussischen *Eismeermergel* mitgetheilt wird, finden wir, dass von den 33 Arten, die das Verzeichnis umfasst, nur eine einzige auf ein nördlicheres Klima hindeutet; von den übrigen Arten, deren geographische Ausbreitung näher bekannt ist, haben angeblich 7 *südliche* und 17 *weite* Ausbreitung. Die Erklärung dieses höchst bemerkenswerthen Verhältnisses kann wohl nur die sein, dass die Arten zum wesentlichen Theil Planktonformen sind, die mit südlicheren Meeresströmungen hingeführt worden und somit ohne Bedeutung für die Beurtheilung der klimatologischen Verhältnisse sind, die zur Zeit ihrer Ablagerung an diesem Orte herrschten.

Was die Diatomeen des Cyprinenthons (in Dänemark) betrifft, sind bekanntlich darüber schon früher von Prof. CLEVE Untersuchungen angestellt worden, obwohl nicht mit Rücksicht auf ihr stratigraphisches Auftreten. Diese Untersuchungen sind theils in JOHNSTRUP's vorhin citierter Arbeit, theils von MUNTHE in Balt. haf:s quart. hist. veröffentlicht worden. Da die ungleich ausführlichere Darstellung derselben in der letztgenannten Arbeit zu finden ist, werde ich hier nur in aller Kürze ein Referat über die Resultate geben, wozu MUNTHE in Bezug auf ihre Bedeutung in klimatologischer Hinsicht gelangt ist.

Unter den im Cyprinenthon der westbaltischen Inseln gefundenen Diatomeen haben von den ihrer geographischen Ausbreitung nach näher bekannten Arten 54.9 % *weite*, 41.1 % *südliche* und 4 % *nördliche* Ausbreitung. »Auffallend«, sagt MUNTHE, »ist die grosse Anzahl von Arten mit südlicher und in noch höherem Grade von solchen mit weiter Ausbreitung. Das Procent von den südlichen und weiten Arten der Mollusken ist indess ein ganz anderes als in Bezug auf die Diatomeen, oder diese Zahlenverhältnisse sind im Grossen und Ganzen umgekehrt — — —. Die Ursache dazu — — — ist vielleicht darin zu suchen, dass die Meeresströmungen aus dem Ocean dem Baltischen Meere eine Anzahl Diatomeen zugeführt hätten, *die hier gestorben und eingebettet worden*¹, wogegen ein solcher Transport erwachsene Mollusken nur ausnahmsweise betroffen haben kann.«

Aus meinen obigen Ausführungen dürfte ohne Weiteres klar sein, wie misslich es ist, aus dem klimatologischen Charakter der Diatomeen

¹ Kurs. von mir.

irgend welche bestimmten Schlüsse nach dieser Seite hin zu ziehen. Es wird daher unsere nächste Aufgabe sein zuzusehen, wie sich die Diatomeen der hier in Rede stehenden Probenserie im vorliegenden Falle im Vergleich zu den zuletzt erwähnten verhalten.

In ihrer Gesammtheit betrachtet, beweisen sie, dass die Arten mit *weiter* Ausbreitung auch hier am zahlreichsten vertreten sind, nämlich 17 (= 56.7 %); *südliche* Arten giebt es 12³ (= 40 %) und *nördliche* nur 1 (= 3.3 %).

Die angeführten Prozentzahlen zeigen eine so auffallende Ähnlichkeit mit den zuletzt angegebenen, dass man annehmen kann, dass das Verhältnis zwischen den weiten, südlichen und nördlichen Arten in (Generalproben aus) dem Cyprinenthon Dänemarks ein ziemlich konstantes sei. Die Diatomeen in ihrer Gesammtheit lehren uns somit, gleich der Fauna, dass derjenige Theil der Lagerserie, der sich als fossile Überreste derselben enthaltend erwiesen hat, unter *temperierten* klimatischen Verhältnissen abgelagert worden sein muss.

Was wiederum die Zeugnisse der Diatomeen im Einzelnen, d. h. für jedes einzelne Lager, betrifft, so getraue ich mir allerdings nicht, ausschliesslich an der Hand derselben ein bestimmtes und unumstössliches Urtheil darüber auszusprechen, aber bei dem Vergleich mit den entsprechenden Zeugnissen der Fauna, der sich jetzt aufdrängt, kann man wohl nicht umhin zu finden, dass der deutlichste Parallelismus sich geltend mache, dass mit anderen Worten die Zeugnisse der Diatomeen in derselben Richtung gehen wie diejenigen der Fauna und somit meine frühere Charakterisierung der Lagerserie nach dieser Seite hin noch bestätigen. Wir erinnern uns auch daran, dass diese Charakterisierung keineswegs eine vollständig endgültige war, sondern sehr der Bestätigung bedurfte.

Zur Beleuchtung des oben Angeführten dürfte folgende übersichtliche Darstellung über den heutigen klimatologischen Charakter der Diatomeen der einzelnen Lager am besten geeignet sein.

Arten	Lager									
	<i>b</i> ₂		Das Mytilus-reiche		1		2		3	
	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%	Anzahl	%
Mit <i>weiter</i> Ausbreitung	5	71	6	46	7	54	13	57	8	53
» <i>südlicher</i> »	2	29	7	54	6	46	9	39	7	47
» <i>nördlicher</i> »	—	—	—	—	—	—	1	4	—	—
Summe	7	—	13	—	13	—	23	—	15	—

Erinnern wir uns an meine früher ausgesprochene Ansicht, dass das Klima zur Zeit der Bildung des *Mytilusreichen* Lagers aller Wahr-

² Die für Europa heute fremde Art *Terpsinoe americana* ist indess mitgerechnet worden, da der südliche Charakter der Art sehr ausgeprägt zu sein scheint (vgl. die Fussnote auf Seite 174).

scheinlichkeit nach *am mildesten* und zur Zeit der Entstehung des *Lager* 2 (natürlich abgesehen von der »Hvitå«-Bildung) *am kältesten* gewesen sei, ersehen wir jetzt aus dem Tableau, dass das Prozent von *südlichen* Arten im *erstgenannten* Lager *am grössten* ist, und dass die einzige Art von *nördlicher* Ausbreitung (*Pyxilla baltica*) im *Lager* 2¹ zu Hause ist, in welchem Lager ausserdem das Prozent von *südlichen* Arten *am geringsten* ist (mit Ausnahme vom *Lager* b₂).

Das Lager 2 erweist sich somit auch hier entschieden als »das kälteste« und das Mytilusreiche Lager als wahrscheinlich² »das mildeste«. Meine vorhin geäusserte Ansicht, dass sich die klimatischen Veränderungen mit den Niveauveränderungen nicht parallelisieren lassen, scheint somit, nach Allem zu urtheilen, richtig zu sein.

Wenn wir das Tableau noch weiter durchmustern, ersehen wir, dass, obwohl die Differenz zwischen weiten und südlichen Arten im Grossen und Ganzen gering und an und für sich keineswegs völlig entscheidend ist (vgl. die Fussnote² unten), sich jedoch in den Schwankungen des Klimas eine Art Oscillation geltend macht, die an die für die postglaciale Epoche angenommene am meisten erinnert.

Was besonders das oberste Lager (3) betrifft, gehen also die Zeugnisse der Diatomeen im Vergleich zu dem unterliegenden Lager in der Richtung einer *Besserung des Klimas*, woraus in Erwägung der Voraussetzungen, von denen wir ausgegangen sind, noch hervorgehen dürfte, dass die hier beschriebene Lagerserie keineswegs vollständig ist, dass mit anderen Worten sie uns keine Auskunft über den Verlauf und die Art der physisch-geographischen Veränderungen gewährt, die die fragliche Gegend während späterer (jüngerer) Abschnitte der (jüngsten) interglacialen Epoche erfahren hat.

Aus Allem, was bisher über die Diatomeenflora angeführt worden ist, haben wir ersehen, dass sie hinsichtlich der Zeugnisse, die sie über die Hauptzüge der Hydrographie »des Cyprinenmeeres«, d. h. dessen Salzgehalt, (Tiefe), Temperatur ablegt — die einzigen Gesichtspunkte, die in dieser Studie haben berücksichtigt werden können — sich sowohl in der Hauptsache als auch in Einzelheiten aufs Innigste an das anschliesst, was uns die Fauna bereits gelehrt hat, wohl gemerkt, wenn meine Annahme, dass die Brack- und Süsswasserdiatomeen nicht sekundär seien, das Richtige trifft.

¹ Die genannte Art ist allerdings eine Planktonform, jedoch nur eine neritische und darf als solche wohl nicht übergangen werden.

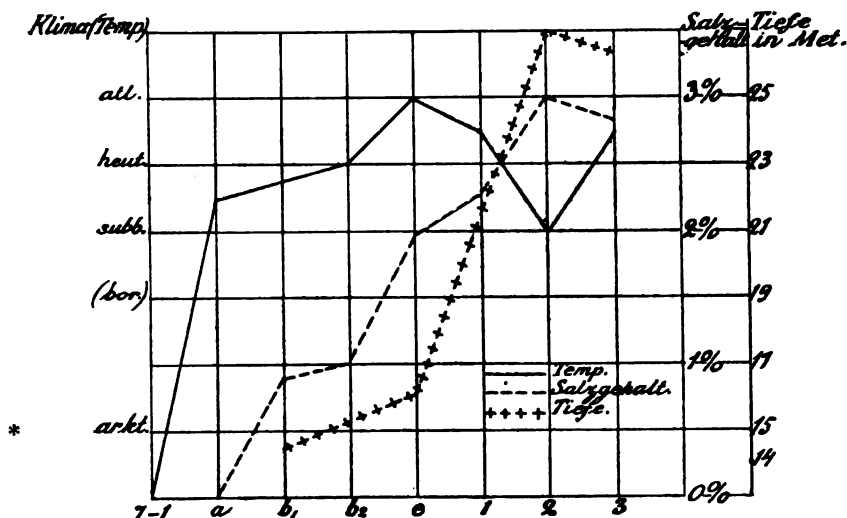
² Bei der Bedeutung, die dem Begriffe »weit« innewohnt, kann ein Vergleich wie in diesem Falle nur zu Wahrscheinlichkeitsbeweisen führen. Sicher hätte jedoch dem Vorkommen einer Art wie *Terpsinoe americana* im Mytilusreichen Lager grössere Bedeutung beigelegt werden sollen, als geschehen ist, da sie in der Jetztzeit nur innerhalb Breitengrade, Mittelmeer–Sahara entsprechend, vorkommt. Bemerkenswerth ist, dass sie hier nur in dem Lager der mildesten Phase gefunden ist und aus den Ablagerungen späterer Zeiten (nur?) aus Litorinabildungen bekannt zu sein scheint, was ja auf einen klimatologischen Zusammenhang des Mytilusreichen Lagers mit den letzteren und auf eine Differenz der Jetztzeit gegenüber hindeutet.

Über einige Fragen (besonders in Bezug auf das oberste Lager), auf welche die Fauna uns mehr oder weniger die Antwort schuldig geblieben ist, haben uns die Diatomeen gewichtige Aufschlüsse gegeben, die uns befähigt haben, diese vorher dunkeln Fragen, wenn auch nicht bis zur völligen Evidenz, jedoch mit einer an Gewissheit grenzenden Wahrscheinlichkeit zu entscheiden. Dabei ist das Princip befolgt worden, dass man, da die Zeugnisse der Diatomeen sich in allen Fällen, wo sie durch die Fauna kontrolliert werden konnten, vollständig bewährt haben, berechtigt ist, ihnen auch in den Fällen, wo keine Kontrolle möglich war, die Beweiskraft und Bedeutung beizumessen, die sich aus dem vorhin Gesagten ergeben. Da sich aber so weit auseinandergehende Ansichten über die Art ihres Vorkommens in der Lagerserie geltend gemacht haben, und da die Deutung derselben infolgedessen in ebenso weit auseinandergehenden Richtungen gehen muss, ist es auf der anderen Seite klar, wie misslich es ist, *ausschliesslich* an der Hand der Diatomeen sich über Fragen wie die vorliegende auszusprechen.

In diesem Abschnitt wäre zweifellos noch vieles über die Diatomeen der Lagerserie hinzuzufügen, namentlich über die *Planktonformen* unter ihnen, die, nach den von Prof. CLEVE dem Artenverzeichnis beigefügten Anmerkungen zu urtheilen, uns verschiedene interessante Aufschlüsse über die Strömungsverhältnisse dieser Zeiten u. s. w. gewähren könnten; ich würde aber bis zu einem gewissen Grade den Plan dieser Untersuchung überschreiten, wenn ich darauf eingehen sollte, und ausserdem wären dazu eingehende Fachkenntnisse auf diesem Gebiete nöthig, die ich nicht besitze.

Folgende graphische Darstellung soll meine endgültige Auffassung in Bezug auf die physisch-geographischen Veränderungen veranschaulichen, die sich während der Bildungszeit der jetzt besprochenen quartären (interglacialen) Lagerserie von Ristinge Klint vollzogen haben. Atl. = atlantisch, heut. = heutig, subb. = subboreal (bor. = boreal), arkt. = arktisch. Die Anwendung einiger dieser (»BLYTT'schen») Benennungen¹ mag von mehreren Gesichtspunkten aus weniger zweckmässig erscheinen, namentlich deshalb weil die Wechsel des Klimas sich hier nur auf die Temperatur, nicht auf den Feuchtigkeitsgrad beziehen; und da ferner die Bezeichnungen »atlantisch», »subboreal» (»boreal») bisher doch wohl nur als phytopaläontologische Termini im Gebrauch sind, ohne Beziehung auf die Fauna und ohne dass sie innerhalb der heutigen Klimazonen etwas genau entsprechendes hätten, sieht man leicht ein, dass die Anwendung dieser Bezeichnungen auf das Diagramma in hohem Grade subjektiv sein muss, aber meines Erachtens ergeben sich aus ihnen in zutreffender Weise und weit besser als aus umständlichen Umschreibungen die klimatologischen Beziehungen zwischen den einzelnen Lagern.

¹ Über diese Benennungen und ihre Beziehungen zu den postglacialen Zeitabschnitten siehe R. SERNANDER, Studier öfver den gotländska vegetationens utvecklingshistoria. Akad. afhandl. Upsala 1894.



Es dürfte auch der flüchtigsten Durchmusterung meiner Studie über die Lagerserie von Ristinge Klint, wie sie mir bei der Untersuchung vorgelegen hat, nicht entgangen sein, dass eine unverkennbare Analogie zwischen ihr und denjenigen Ablagerungen herrscht, die wir aus späteren (jüngeren glacialen und postglacialen) Epochen kennen. Um diese Analogie besser zu veranschaulichen können wir sie auf folgende Weise darstellen:

Die unterliegende Moräne Grundmoräne des jüngeren baltischen Eisstromes.
 Lager 7—1 unten Fluvioglaciale + (oder) spätglaciale Bildungen.
 Süßwasserlager Ancylusbildung.
 Lager b₁—3 oben Litorinabildung.

Die Übereinstimmung ist auch in Einzelheiten eine derartige, dass sich gegen eine Einwendung, dass hier in der That eine Ablagerung von jüngerem quartärem Alter, wie sie sich aus der Gegenüberstellung ergibt, vorliege, kaum irgend ein triftiges Argument auf Grund der Ergebnisse dieser Untersuchung ins Feld führen lässt. Auf eine solche Einwendung müssen wir antworten, dass die Resultate der quartärgeologischen Forschung diese Annahme nicht gestatten.

* arkt. soll ganz unten an der linken Ecke (bei 7—1) stehen.



5. Synthetische Studien über die Perowskit- und Pyrochlormineralien

von

P. J. Holmquist.

Die analytischen Untersuchungen, die ich vor fünf Jahren an Perowskit- und Pyrochlorartigen Mineralien aus der Insel Alnö anstellte, und die Beobachtungen über das Vorkommen dieser Mineralien, die ich damals auch in der Lage war zu machen, erregten mein Interesse für die Menge verschiedenartiger auf den Gebieten der Krystallographie, der chemischen Mineralogie und Petrographie auf der Tagesordnung stehender Fragen, die jene Mineraliengruppe in so hohem Grade darbietet. In der Hoffnung, durch chemische Synthesen diese Fragen in ein einfacheres Licht setzen zu können, als es die analytischen Methoden vermocht haben, stellte ich eine Serie Versuche an, die eine ziemlich lange Zeit in Anspruch nahmen und erst nach vielen vergeblichen Anstrengungen von Erfolg gekrönt wurden.

Es ist mir eine angenehme Pflicht jetzt bei der Veröffentlichung der ersten von mir gewonnenen Resultate auf diesem Gebiete allen denjenigen, die mir mit Rath und That hilfreich zur Seite gestanden haben, meinen tief empfundenen Dank darbringen zu können.

Anfänglich wurden die Arbeiten im Geologisch-Mineralogischen Institut der Hochschule zu Stockholm ausgeführt, dessen damaliger Direktor, Herr Professor A. G. HÖGBOM, meinen Versuchen das regste Interesse entgegenbrachte, ihnen eine freundliche Kritik zu Teil werden liess und mir sämtliche Hilfsmittel des gut ausgestatteten Instituts unbeschränkt zur Verfügung stellte.

Als ich dann diese Arbeiten in Upsala fortsetzte, wurden mir in dem von Professor HJ. SJÖGREN wissenschaftlich modernisirten geologischen Institut grosse Vorteile bereitet, und ausserdem kam der damalige Direktor dieses Instituts, Herr Professor P. T. CLEVE, mir mit grossem Wohlwollen entgegen und förderte in vielfacher Weise den Gang meiner Untersuchungen.

Mit der grössten Freigebigkeit stand mir Professor CLEVE auch bei der Anschaffung von Platinagefässen und chemisch reinen, theuren Reagentien zur Seite. Dank der gütigen Beurteilung, die die Professoren CLEVE und SJÖGREN meiner Arbeit zu Teil werden liessen, erhielt ich von der Stiftung »Lars Hiertas Minne» 600 Kronen, um mir die Fortsetzung derselben zu ermöglichen.

Eine sehr beträchtliche Hülfe waren mir die bedeutenden Quantitäten von reiner Niobsäure und Tantalsäure, die mir Cand. phil. AKSEL LARSSON von seinem Vorrate freigebig zur Verfügung stellte.

Ein Teil meiner Schmelzversuche ist in der Porzellanfabrik von Rörstrand ausgeführt worden, deren Chemist, Herr Doktor J. A. NORBLAD mir das freundlichste und unermüdlichste Entgegenkommen erwiesen hat.

Eine grosse Anzahl Dünnschliffe und drei Prismen zum Zweck der Bestimmung des Brechungsindex hat Herr Präparator AKSEL R. ANDERSSON mit bewährter Geschicklichkeit und Bereitwilligkeit von meinen Schmelzprodukten verfertigt.

Für all diese Hülfe und all dieses Entgegenkommen spreche ich hierdurch meinen verbindlichsten Dank aus.

Einleitendes und Historisches.

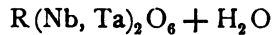
Chemisch sind die Mineralien der Perowskit-Pyrochlorgruppe der Hauptsache nach Calciumsalze aus Titan-, Niob- oder Tantsäure. Ausserdem kommen Ceritoxide, Yttererden, Thorerde, Uran, Eisen, Manganoxide, Kali, Natron, Zirkonerde und Fluor als wesentliche Bestandteile vor.

In geringen Mengen finden sich Oxide von Blei, Magnesium, Beryllium, Aluminium, Kiesel, Wolfram und Zinn. 1—2 % Wasser ist ein gewöhnlicher Bestandteil selbst in den frischesten Pyrochloren, während die umgewandelten 5 % und noch mehr davon enthalten können.

Die folgenden 9 Species gehören zur Mineralgruppe:

<i>Perowskit</i>	Ca Ti O_3	Regulär krystallisiert, anomal doppelbrechend.
<i>Dysanalyt</i>	$n\text{R Ti O}_3 \cdot \text{R Nb}_2\text{O}_6$ $\text{R} = \text{Ca, Fe, } \frac{2}{3}\text{Y, } \frac{2}{3}\text{Ce}$	» »
<i>Knopit</i>	R Ti O_3 $\text{R} = \text{Ca, Fe, } \frac{2}{3}\text{Ce}$	» »
<i>Pyrochlor</i> aus <i>Miask</i> (Ural)		Regulär. Isotrop.
	$\{5\text{R Nb}_2\text{O}_6 \cdot 4\text{R(Ti, Th)O}_3\} + 4\text{Na Fl}$	» »
» <i>Brevik</i> (Norwegen)	$(5\text{R Nb}_2\text{O}_6 \cdot 2\text{R(Ti, Th)O}_3) + 4\text{Na Fl}$	» »
» <i>Fredriksvärn</i> (Norwegen)	$(\text{R}_2\text{Nb}_2\text{O}_7 \cdot \text{R Ti O}_3) + \text{Na Fl}$ $\text{R} = \text{Ca, Fe, UO}_2, \frac{2}{3}\text{Ce}$	» »
» <i>Alnö</i> (Schweden)	$\text{Na}_6\text{R}_{10}\text{Nb}_{12}\text{Zr O}_{42}\text{Fl}_6$ $\text{Na}_4\text{R}_7\text{Nb}_8(\text{Zr, Ti})\text{O}_{29}\text{Fl}_4$ $\text{R} = \text{Ca, Fe, } \frac{2}{3}\text{Ce}$	» »
<i>Koppit</i> aus <i>Kaiserstuhl</i> (Baden)	$5\text{R}_2\text{Nb}_2\text{O}_7 + 2\text{Na Fl}$ $\text{R} = \text{Ca, Fe, } \frac{2}{3}\text{Ce(La, Di)}$	» »

Hatchettolith aus *Mitchell Co.* (N. Amerika)



Regulär. Isotrop.



Mikrolith aus *Ame-* $[\text{R}_2(\text{Ta, Nb})_2\text{O}_7 \cdot 2\text{R}(\text{Ta, Nb})_2\text{O}_6] + 3\text{NaFl}$ »

lia Co. (Virginia) $R = \text{Ca, Mg, Be, } \frac{2}{3}(\text{Ce, Y}), \text{UO}_2$

Pyrrhit aus *Ural* von unbekannter chemischer Zusammensetzung. »

Azor-pyrrhit San Miguel (Die Azoren)

enthält Nb(?), Ti, Fe, Na, Ca (OSANN) »

Zr, Ur, Mn (A. A. HAYES).

Auf Grund der bisherigen Analysen können die Mineralien mithin als Metatitanate, Meta- und Pyroniobate oder Tantalate, mit Metatitanaten öfters gemischt, betrachtet werden. Die Rolle des Fluors ist zur Zeit nicht ganz ermittelt worden. Nach der Deutung RAMMELSBURG's ersetzt das Torium den Titan. Alle zur Perowskit-Pyrochlorgruppe gehörigen Mineralien sind regulär krystallisiert. Das Pyrochlormineral bildet gelbe bis hellbraune oder schwarze, diamantglänzende, isotrope, kleine Krystalle von vorherrschender Oktaëderform. Die dem Perowskit nahestehenden Glieder der Serie sind kubische, gut krystallisierte, öfters schwarze Mineralien von einem lebhaften halbmetalischen Glanz.

Die durchleuchtenden Perowskit-Mineralien zeigen anomal doppelte Lichtbrechung. In der Mineralgruppe wechselt die Härte zwischen 5—6 und das spezifische Gewicht zwischen 4—5.

In der Natur treten die Perowskit- und Pyrochlormineralien teils als primäre Bestandteile der kieselsäurearmen Eruptivgesteine (Perowskit, Pyrochlor, Azorpyrrhit), teils in stark kontakt metamorphosierten Kalksteinen (Dysanalyt, Perowskit, Knopit, Pyrochlor, Koppit) auf, teils in typisch pneumatolytischen Bildungen (Mikrolith, Pyrrhit), teils (Perowskit) als Umwandlungsprodukte im Verein mit sekundären Mineralien in Chlorit, Serpentin und Talk.

Die wissenschaftlichen Untersuchungen über die Perowskit- und Pyrochlormineralien haben ganz verschiedene mineralogische Fragen behandelt.

Die in kristallographischer Hinsicht einfachen Pyrochlormineralien haben in Folge ihrer verwickelten chemischen Zusammensetzung hauptsächlich *chemische* Studien veranlasst. Die ins gemein mehr einfach zusammengesetzten Perowskitmineralien boten den Forschern ebenso schwer zu lösende Fragen innerhalb des *Kapitels der optischen Anomalien* der Mineralogie dar. Obschon eine bedeutende Menge Untersuchungen vorliegen, bleiben noch immer die Hauptfragen ungelöst, denn die chemische Natur der Pyrochlormineralien und die optischen Anomalien des Perowskits sind noch nicht befriedigend ermittelt worden.

So sagt RAMMELSBURG in seiner Mineralchemie, (80) 1895: »In dessen ist die Natur des Pyrochlors durch die bisherigen Arbei-

ten noch nicht befriedigend festgestellt», und in R. BRAUNS' grosser Monographie über die optischen Anomalien (69) (1891) wird der Perowskit zu der Mineraliengruppe gezählt, deren anomale Doppelbrechung sich gegenwärtig der Erklärung entzieht.

Perowskit.

Das Mineral *Perowskit* wurde zuerst von G. ROSE (5) (1839) beschrieben. Der Name wurde zu Ehren des Vicepräsidenten Grafen L. A. PEROWSKI von Herrn Oberbergmeister KÄMMERER in Petersburg gewählt, welcher eine Stufe Kloritschiefer aus Achmatowsk bei Slatoust im Ural zu G. ROSE in Berlin übersandte, welche das damals unbekannte Mineral in kubischen Krystallen im Verein mit Krystallen von Klorit und Magnetit enthielt. G. ROSE bestimmte das neue Mineral als regulär mit kubischer Spaltbarkeit, von der Härte 5–6 und einem spezifischen Gewicht von 4,017 und wies qualitativ die chemischen Bestandteile Kalk und Titansäure nach.

Im J. 1844 veröffentlichte H. ROSE (11) zwei Analysen (von JACOBSSON und BROOKS) von Perowskit aus Achmatowsk, welche die folgende Zusammensetzung zeigten:

I.	58.96 %	TiO_2 ,	39.20 %	CaO ,	2.06 %	FeO
II.	59.00 »	»	36.76 »	»	4.79 »	»

Mithin eine nahe Übereinstimmung mit der für die Formel $CaTiO_3$ berechneten Zusammensetzung

$$58.86 \% TiO_2, \quad 41.14 \% CaO,$$

worin, in dem natürlichen Mineral, ein Teil Kalk durch Eisenoxydul ersetzt war.

Mit dieser Zusammensetzung stimmen alle veröffentlichten Perowskitanalysen überein. Der Gehalt an Eisenoxydul wechselt mit der Undurchsichtigkeit der Krystalle.

Während der Jahre 1844–1858 liefert die Litteratur über den Perowskit in der Hauptsache nur Angaben über die Krystallform.

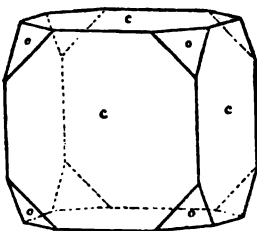


Fig. 1.

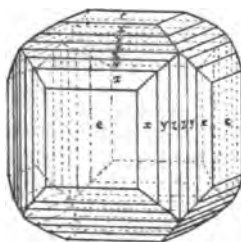


Fig. 2.

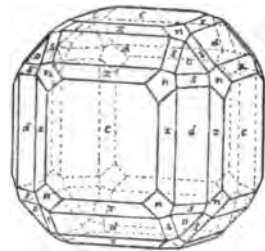


Fig. 3.

Perowskit-Krystalle nach KOKSCHAROW.

KOKSCHAROW (20), DESCLOIZEAUX (13) und DUFRÉNOY (14) beschrieben eine Anzahl neuer Formen, nämlich Oktaëder und Rhombdodekaëder

nebst drei Tetrakisheptaëdern, zwei Ikositetraëdern und einem Triakisoktaëder. Die flächenreicheren Formen treten ins gemein nicht vollzählig auf. Die kubische Form ist bei diesen uralischen Krystallen immer die vorherrschende. Im J. 1858 entdeckte DESCLOIZEAUX (24) die Doppelbrechung des Perowskits und seitdem ist das Mineral Gegenstand einer grossen Menge Untersuchungen und lebhafter Besprechungen in der mineralogischen Litteratur gewesen.

Nach DESCLOIZEAUX waren Krystalle aus dem Ural und Zermatt (Schweiz) zweiaxig doppelbrechend und die optischen Axen gingen fast normal gegen je ihre Fläche des Würfels. Der optische Axenwinkel war mithin beinahe 90° . Später (33) (1868) teilte DESCLOIZEAUX mit, dass er im Perowskit aus Zermatt den Winkel um die positive Bisektrise kleiner als den Winkel um die negative Bisektrise gefunden habe.

Im J. 1861 teilte HESSENBERG (28) eine Reihe genauer, goniometrischer Bestimmungen an einem kleinen, an Flächen ungemein reichen Perowskitkrystall aus Wildkreuz-Joch (Tirol) mit. Diese Messungen zeigten eine vollkommene Übereinstimmung mit den Forderungen des regulären Systems. Dasselbe Resultat ergab (1872) die goniometrische Untersuchung G. VON RATH's (38) an einem anderen auch an Flächen aussergewöhnlich reichen Tyroler-Perowskit, und KOKSCHAROW konnte (34) 1870 nach Messungen an einer grossen Menge russischer Perowskit-Krystalle von verschiedener Durchsichtigkeit darthun, dass dieselben jene für die reguläre geometrische Symmetrie theoretisch notwendigen Winkel hatten. Mit diesen Beweisen für die geometrische Symmetrie fiel die Vermutung DESCLOIZEAUX's, dass die Substanz des Perowskits dimorph sei, die lichtbraunen, durchsichtigen Varietäten doppelbrechend und rhombisch, die schwarzen, undurchsichtigen dagegen regulär seien. So fiel auch diejenige HESSENBERG's (35), dass der doppelbrechende Perowskit eine Paramorphose des ursprünglich einfachbrechenden sei, und zwar durch die von HESSENBERG selbst erwähnte Thatsache, dass künstlicher Perowskit, von HAUTEFEUILLE 1865 (30) dargestellt, auch doppelbrechend ist. Der Möglichkeit einer Erklärung, von KENNGOTT 1866 vorgeschlagen (31), nämlich dass der Perowskit hexagonal rhomboëdrisch sei, wie die chemisch analogen Mineralien Eisen glanz und Ilmenit, widersprach ganz bestimmt die Art der Doppelbrechung.

Während die Ansichten über die Krystallform des Perowskits sich ziemlich bald feststellten, veranlassten die optischen Eigenschaften des Minerals bis heute unvereinbare Verschiedenheiten der Ansichten. Gegenüber den Beobachtungen DESCLOIZEAUX's traten diejenigen HESSENBERG's (35) (1871), indem sein Perowskitkrystall aus Tyrol sich *einaxig* doppelbrechend mit der optischen Axe normal gegen eine Würfelfläche hinauslaufend zeigte. DESCLOIZEAUX, aber welcher fortwährend dieser Frage seine Aufmerksamkeit widmete, erklärte im J. 1877 (43), nachdem er selbst den Krystall HESSENBERG's untersucht hatte, dass auch dieser »unzweifelhaft zweiaxig« sei, mit der spitzen Bisektrise senkrecht gegen die Würfelfläche, und der Winkel der optischen Axen ungefähr 40° . Die Beobachtung HESSENBERG's von dem Austreten eines einaxigen Axelbildes auf eine Würfelfläche

fläche erklärte KLEIN (1881) (53) durch die Annahme einander kreuzender, zweiaxiger Axenbilder. Im J. 1878 musste jedoch DESCLOIZEAUX (48) nach optischen Untersuchungen von drei Schnitten parallel mit drei in einer Ecke zusammenstossenden Rhombendodekaëdern eines Zermatt-Perowskitkrystals seinem Zweifel Ausdruck geben, je eine Erklärung dieser Erscheinungen finden zu können, da nicht einmal die Beobachtungen über denselben Krystall übereinstimmten.

Die anomale Doppelbrechung des Perowskits ist indess mit einer komplizierten Lamellirung verbunden. Ausserdem sind die Würfelflächen kreuzweise parallel mit den Kanten gestreift. Die Flächen ($h k o$) und ($h k l$) sind oft nicht vollzählig, und wenn sie dies sind, kann man bisweilen an den Würfelkanten eine Fuge mit Haken bemerken, welche darauf hindeutet, dass sie zwillingsartig zusammengewachsen sind.

KOKSCHAROW, welcher jedoch der in durchgehendem Licht in Schliffen sichtbaren Lamellirung keine Aufmerksamkeit widmete, folgerte (1870) (35) aus den obenerwähnten Erscheinungen, dass die Perowskitkrystalle pentagonal hemiëdrisch und oft Durchkreuzungszwillinge nach den Rhombendodekaëderflächen sind. In dem »Zweiten Anhang zum Perowskit« 1875 (40) schlägt KOKSCHAROW vor, den Perowskit als rhombisch krystallisierend in Formen, welche mit den regulären nahe übereinstimmen, zu betrachten. Zwei mit einander parallele Flächen des Würfels würden dann basische Pinakoiden sein, die vier anderen Brachy- und Makropinakoiden; die übrigen Flächen würden dieser rhombischen Aufstellung gemäss nomenklartirt werden. Die Bezeichnung der Zwillingsbildung wurde in Übereinstimmung damit gebracht. Da indessen DESCLOIZEAUX (1878) (48) dabei hervorgehoben hatte, dass diese Deutung sich nicht mit der Thatsache vereinigen liesse, dass eine optische Axe und keine Bisektrise auf einer Würfelfläche des Perowskits zu beobachten sei, änderte KOKSCHAROW in seinem »Dritten Anhang zum Perowskit« 1878 (50) seine Hypothese auf DESCLOIZEAUX' Vorschlag dahin, dass in der rhombischen Form eine Zone von Hexaëderflächen 4 Prismaflächen mit Prismawinkeln von beinahe 90° ausmache, die Rhombendodekaëderflächen mithin Pyramidenflächen und Brachy- und Makropinakoiden, und die Oktaëderflächen in der rhombischen Form folglich Makro- (201) und Brachydomen (021) seien. Die von KOKSCHAROW beschriebene Zwillingsbildung folgte dem Gesetz: Zwillingsplan (111).

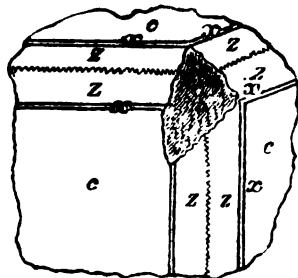


Fig. 4.
Zwillingsartige Verwachsung beim Perowskit nach KOKSCHAROW.

Diese Hypothese ist zur Erklärung der optischen Verhältnisse des HESSENBERG'schen Tyrolerperowskits ungenügend, denn, wie oben gesagt, eine spitze Bisektrise geht auf der Hexaëderfläche jener Krystalle aus.

Zu dieser Zeit hatten kristallographisch-optische Untersuchungen auf verschiedenen Gebieten im Bereich der krystallisierten Substanzen eine

namhafte Menge von Beispielen optisch anomaler Doppelbrechung ans Licht gebracht.

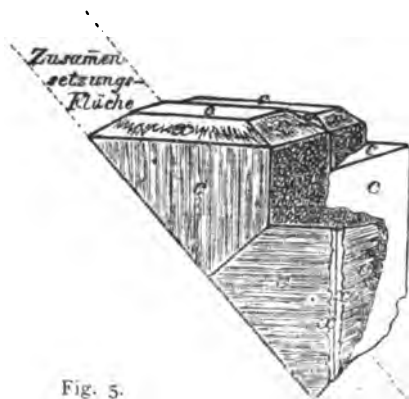


Fig. 5.
Zwillingsartige Verwachsung beim Perowskit
nach v. KOKSCHAROW.

In den Jahren 1813—1828 hatte BREWSTER, der Entdecker des Zusammenhanges zwischen der Krystallform und der Zahl optischer Axen, Doppelbrechung in einer grossen Anzahl regulärer Substanzen nachgewiesen, wie bei *Steinsalz*, *Flussspat*, *Spinell*, *Diamant*, *Blende*, *Boracit*, *Leucit*, *Analcim*.

Selbst bei nicht regulär krystallisierten Substanzen, wie *Apophyllit*, *Chabasit* und *Topas* hatte BREWSTER optische Anomalien entdeckt und bei amorphen Substanzen wie *Wachs*, *Harz*, *Gummi*, *Hornsubstanz* u. s. w. eine Doppelbrechung nach-

gewiesen als Resultat von Druck, Verdorrung oder schneller Abkühlung nach Erhitzung.

Mit den oben erörterten Streitigkeiten über die Doppelbrechung des Perowskits waren gleichzeitig die analogen Anomalien der Mineralien *Leucit* und *Boracit* Gegenstände lebhafter Diskussionen in der mineralogischen Litteratur. Die Doppelbrechung dieser drei Mineralien ist mit einer complicirten Lamellierung verbunden, welche als eine polysynthetische Zwillingsbildung aufgefasst werden kann. Die Zwillingsgesetze des *Leucits* sind denn nach HIRSCHWALD: Zwillingsplan (110) und (201), wobei das Mineral als tetragonal aufgefasst wird. Die Lamellierung des *Boracits* wurde von BAUMHAUER als Zwillingsbildung nach (111) gedeutet und nach demselben Verfasser liesse sich die Lamellierung des *Perowskits* auch auf diese Weise auffassen. Diese Auffassungsweisen rücksichtlich der anomalen Doppelbrechung sind Verwertungen der Hypothese, welche MALLARD 1876 in seinem berühmten Werke »Explication des phénomènes optiques anomaux que présentent un grand nombre de substances cristallisées» (22) dargestellt hatte.

Dieser Hypothese gemäss besitzen diejenigen krystallisierten Substanzen, welche niedrigeren Symmetrieklassen angehören, sich in ihren Winkelwerten aber den höheren nähern, die Fähigkeit durch eine polysynthetische Zwillingsbildung Komplexe zu erzeugen, die Krystallindividuen einer höheren Symmetrie ähnlich sind. Der Prismawinkel des *Aragonits* ist annäherungsweise 120° und durch Zusammensetzung von drei Krystallindividuen nach dem Zwillingsgesetz: Zwillingsplan (110), bildet sich ein Krystallkomplex von hexagonalem Aussehen.

Ähnlich würden Boracit, Leucit und Perowskit nebst mehreren »pseudoregulär» krystallisirenden Substanzen aus einer Menge einfacher Kry-

stallindividuen von einer niedrigeren Symmetrie, aber mit kristallographischen Konstanten, die sich jedoch den regulären nahe stellen, aufgebaut sein. Nach MALLARD wäre es auch möglich, dass eine Ähnlichkeit zwischen zwei ungleichwertigen kristallographischen Richtungen, z. B. den Axen a und b in einem rhombischen Krystall, veranlassen könnte, dass diese beiden Richtungen bei der Bildung und dem Aufbau des Krystalls einander im Krystallbau verträten; die Richtungen wären isomorph und die Richtungen zweier Krystallmolekülen a , b und a_1 , b_1 kämen in zwei Orientierungen vor: a parallel mit a_1 und parallel mit b_1 , während die c -Achse sämtlicher Molekülen dieselbe Richtung einnähme. Die optischen Elasticitätsachsen könnten einander dabei mehr oder weniger vollständig ausgleichen. Wenn die Mischung der verschiedenen Orientierungen eine weniger intime ist, entsteht ein Bau von Lamellen, deren optische Verhältnisse die wahren kristallographischen Charaktere des einfachen Krystalls an den Tag legen.

Diese hier kurz besprochene Hypothese übte einen starken Einfluss auf die Auffassung der optischen Anomalien, und die wissenschaftliche Diskussion dieser Fragen gewann eine neue Lebhaftigkeit und zwar jetzt zwischen den Gegnern und den Anhängern der MALLARD'schen Hypothese. 1880 machte BAUMHAUER (52) einen Versuch, durch *Ätzungen* die Symmetrie des Perowskits auszuforschen und fand die Ätzfiguren auf eine rhombische Krystallform hindeutend. Im Anschluss daran erklärte dieser Forscher die Lamellierung für eine polysynthetische Zwillingsbildung nach (110) und (111), wobei der einfache rhombische Perowskitkrystall dieselbe Aufstellung erhielt, welche DESCLOIZEAUX schon vorgeschlagen (Seite 7).

Schon 1879 (51) hatte BAUMHAUER mittelst der Ätzmethode den *Boracit* behandelt, welcher durch seine vollständige Durchsichtigkeit einen genaueren Vergleich zwischen der Beschaffenheit der Ätzfiguren und der optischen Orientierung gestattet, und ihn für rhombisch und hemimorph zwillingslamellirt nach Prisma und Pyramide erklärt. Für dieses Mineral ebenso wie für den Perowskit erhält BAUMHAUER, durch eine gleiche Annahme hinsichtlich der Stellung der rhombischen Primitivform zum regulären Komplex dasselbe Axenverhältnis $a : b : c = 1 : 1 : 0,70711$, wo die Zahl 0,70711 das Verhältnis zwischen der zweizähligen und vierzähligen Symmetrieaxe des regulären Oktaeders, oder gleich der vierzähligen Symmetrieaxe zur doppelten zweizähligen ist. Die beiden chemisch so verschiedenen Substanzen *Boracit* ($Mg_7Cl_2B_{16}O_{30}$) und Perowskit ($CaTiO_3$) würden dann eine sehr grosse Ähnlichkeit in ihren kristallographischen Konstanten (52) zeigen.

BAUMHAUER's Versuche wurden (1882) von BEN SAUDE (55), einem der Gegner der MALLARD'schen Hypothese, wiederholt. Seine Ätzversuche stimmen gut mit den BAUMHAUER'schen überein, er spricht aber dem Zeugnis der Ätzfiguren den Wert einer endgültigen Entscheidung hinsichtlich der wirklichen Symmetrie ab, teils weil verschiedene Ätzmittel (Fluorwasserstoffsäure und schmelzendes Kaliumhydroxyd) Ätzfiguren verschie-

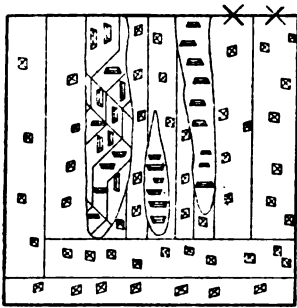


Fig. 6.
Ätzfiguren beim Perowskit auf
(100) nach BEN SAUDE.

mit Flusssäure mit rhombisch abgegrenzten Vertiefungen, deren Diagonalen mit den Auslöschungen parallel sind und die zwei verschiedenen Stellungen haben. Bei der Ätzung mit schmelzendem Kalihydrat bilden sich quadratische Löcher, deren Diagonalen mit den Richtungen der Würfelkanten

dener Symmetrie geben, teils weil Fälle eintreten, wo sich die Ätzfiguren über die Grenzen zwischen den ungleich orientirten Lamellen hinausstrecken.

Nach BAUMHAUER, BEN SAUDE und KLEIN (59) hat die Lamellierung des Perowskits das folgende Aussehen:

Dünnschliffe, mit den Würfelflächen parallel. zeigen zwei gegen einander winkelförmige Lamellensysteme, mit den Kanten des Würfels parallel und mit der Auslöschung parallel mit den Diagonalen der Würfelfläche.

Diese Lamellen bedecken sich beim Ätzen

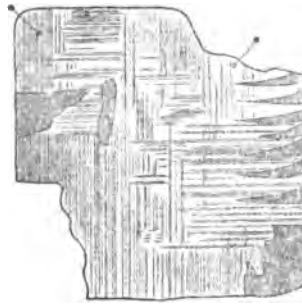


Fig. 7.
Lamellierung beim Perowskit in
Dünnschliffen (100) nach BEN SAUDE.

zusammenfallen. Zwischen diesen sehr stark doppelbrechenden Lamellen liegen schmale Partien einer schwächeren Doppelbrechung, welche das Austreten einer optischen Axe zeigen und beim Ätzen mit Flusssäure monosymmetrische, linienartige Ätzfiguren in 4 verschiedenen Stellungen bekommen. (Fig 6). Von diesem Schema unterscheidet sich der Perowskit aus Pfäfers in Tyrol dadurch, dass die beiden optischen Axen an derselben Würfelfläche austreten, dass die Lamellierung parallel mit den *Diagonalen* des Würfels geht, und dass die Auslöschung den *Kanten des Würfels* parallel ist.

Dünnschliffe, einer Rhombendodekaederfläche parallel geschnitten, zeigen drei verschiedene Lamellensysteme. In der Lage, bei welcher die Polarisations Ebenen der Nicols mit den Diagonalen der rhombischen Fläche zusammenfallen, erscheint das eine System dunkel, während die beiden an-

deren beim Drehen des Präparates 45° nach rechts oder links das polarisierte Licht auslöschen. In den ersteren Teilen geht eine Bisektrise senkrecht aus.

Im Schnitt, mit einer Oktaëderfläche parallel, erscheinen drei Lamellensysteme den Randkanten parallel gerichtet und auch mit diesen parallel auslöschend.

Zu dieser Beschreibung muss noch hinzugefügt werden, dass BEN SAUDE bei Anwendung einer starken Vergrößerung beobachtete, dass die Lamellen der Würfeläche aus noch feineren Lamellen aufgebaut worden waren, die eine verschiedene Polarisationsfähigkeit und eine etwas verschiedene Auslöschung zeigen, was auch FEDOROW (81) scheint bemerkt zu haben. Man vergleiche auch die Beschreibung des *Knopits*.

Die Lamellierung des Perowskits ist nach BEN SAUDE keine eigentliche Zwillingslamellierung, denn der Verlauf der Lamellen ist zum Teil von Rissen bestimmt, welche die Substanz durchsetzen, und die Lamellierung verändert sich durch Erheizen. BEN SAUDE legt dagegen das Hauptgewicht auf das reguläre Äussere des Perowskits und sagt: »der Perowskit krystallisiert regulär, parallelfächig hemiëdrisch und seine Doppelbrechung ist, wie bei andern optisch anomalen Krystallen, hervorgerufen durch Aenderungen der ursprünglichen Gleichgewichtslagen beim Wachsthum der Krystalle.« Dieser Verfasser schliesst sich damit an die der MALLARD'schen Hypothese entgegretende Schule an, welche geltend machen will, dass innere Spannungen in den Krystallen Ursachen der optischen Anomalien seien, eine Ansicht, welche in zahlreichen Aufsätzen von MARBACH, REUSCH, KLOCKE und KLEIN entwickelt worden ist. Dagegen pflichten KOKSCHAROW, TSCHERMAK, GROTH und BRAUNS der Ansicht bei, welche BAUMHAUER, auf Ätzungsstudien gestützt, über die Lamellierung des Perowskits geäussert hat.

TSCHERMAK schlägt den Ausdruck *mimetisch* für den Perowskit und die Mineralien vor, welche eine Zusammensetzung von Krystallindividuen einer niedrigeren Symmetrie aufweisen. Nachdem KLEIN (53) gezeigt hatte, dass die Lamellierung des Boracits beim Erhitzen sich veränderte, machte MALLARD (56) auf demselben Wege die interessante Entdeckung, dass dieses Mineral bei 300° seine anomale Doppelbrechung schnell verliert und einfachbrechend wird. Dies ist auch mit dem Leucit der Fall. Erhitzungsversuche mit Perowskit haben dagegen kein solches Resultat ergeben. BRAUNS (69) erhitzte ein Perowskitpräparat bis auf anfangende Rotglut ohne irgend eine Veränderung der Doppelbrechung zu beobachten. DESCLOIZEAUX bemerkte jedoch (32), dass der Winkel zwischen den optischen Axen von $87^\circ 55'$ zu 93° beim Erhitzen von $21^\circ,5$ zu $170^\circ,8$ C. sich änderte.

In Anbetracht der grossen Analogie mit Boracit lässt sich jedoch vermuten, dass auch der Perowskit gleichfalls dimorph ist, dass dessen Umwandlungstemperatur aber zu hoch liegt, um der Beobachtung offen zu

sein. — Es wäre mithin wahrscheinlich, dass der Perowskit zu den *dimorphen enantiotropen* (66) Substanzen zu rechnen sei, zu denen Boracit Kalium-Sulphat, Ammonium-Nitrat, Salpeter, Silber-Nitrat u. A. gehören und deren Kennzeichen ist, dass es eine bestimmte Temperatur giebt, bei welcher der Übergang zwischen den verschiedenen Modificationen in einer oder der anderen Richtung vorsichgeht, je nachdem die Temperatur eine steigende oder fallende ist.

Von den Gesichtspunkten der Krystallstrukturlehre aus ist das Perowskit-Problem von E. VON FEDOROW 1892 (81) behandelt worden. Von ihm werden Perowskit, Boracit und Leucit zu verschiedenen Strukturformen des regulären und rhombischen Systems gestellt, und die enantiotrope Umwandlung von der regulären zu der rhombischen Symmetrie schreibt er der Polymerisation der Krystallmolekülen zu.

Knopit.

Aus *Alnö*, (bei Sundswall) Schweden ist ein cerhaltiger Perowskit bekannt (77), welcher in krystallinischem Kalkstein und in einer nephelin- und serpentinführenden Breccie innerhalb des Gebietes des Nephelinsyenits der Insel *Alnö* vorkommt.

Die chemische Zusammensetzung dieses Perowskits, welcher ausser durch den Gehalt des Ceroxyds (4.4—6.8 %) auch durch 0.4—2.0 % Alkalien und in einer Varietät durch 1.29 % Zirkonerde charakterisirt ist, entspricht nicht völlig der Formel $\text{RO} \cdot \text{TiO}_2$, denn die Basen sind überschüssig. — RAMMELSBURG berechnet die Formel $41 \text{ R TiO}_3 + \text{Ce}_2 \text{O}_3$ und $8 (3 \text{ R TiO}_3 + \text{R Ti}_2 \text{O}_5) + \text{Ce}_2 \text{O}_3$.

Das Mineral krystallisirt in zwei Typen von verschiedenem Krystallhabitus und auch etwas verschiedener Zusammensetzung. Krystalle Typus I zeigen Kombinationen vom Würfel und Oktaëder im gleichen Masse mit schmalen, abgerundeten Abstumpfungen von nicht sicher zu bestimmenden Tetrakis-hexaëdern und Ikositetraëdern. Oft sind die Würfelflächen konisch abgerundet. Fig. 8.

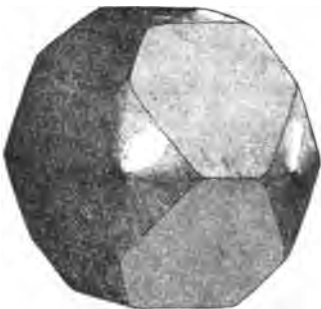


Fig. 8.
Knopit-krystall mit konisch abgerundeten Hexaëderflächen.

Typus II kommt als einfache Würfel vor, zuweilen mit kleinen Abstumpfungen der Oktaëderflächen. Bildet mitunter Durchdringungszwillinge nach (111).

Beide Varietäten sind schwarzglänzende Krystalle von etwa 5 mm. im Durchmesser. Nur in den dünnsten Schnitten sind sie durchleuchtend und im Typus I können in durchgehendem Licht die optischen Verhältnisse des Perowskits, obschon undeutlich, erkannt werden. Mattgeschliffene Flächen des Krystalltypus I zeigen *im Hexaëderschnitt* in reflektirtem Licht eine prachtvolle Lamellierung von

höchstens 0.2 mm. breiten, lebhaft reflektirenden Lamellen in einer dunklen Substanz, parallel mit den Kanten des Würfels und dabei auch ein anderes, untergeordnetes System, von dem vorigen 45° abweichend. *Im Rhombendodekaederschnitt* ist die Lamellierung am kräftigsten und schönsten entwickelt und winkelrecht gegen die Oktaederschnitte, d. h. parallel mit 2 im Schnitt gelegenen dreizähligen Symmetrieaxen, gerichtet.

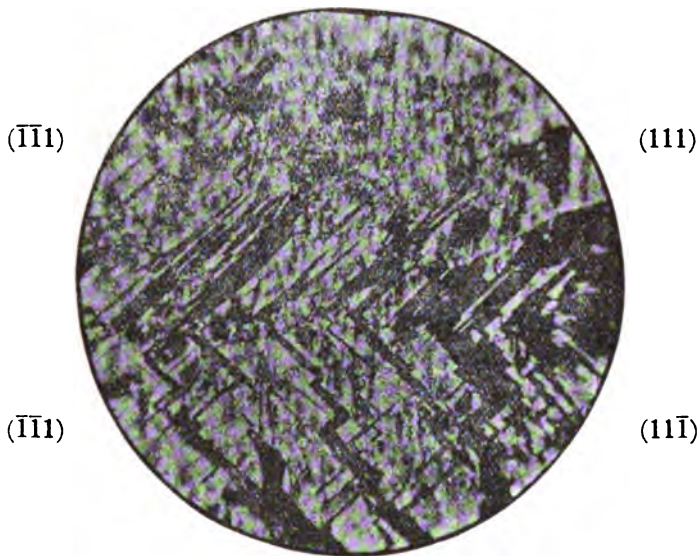


Fig. 9.
Lamellierung beim Knopit, Schliff $\parallel (110)$. Reflektirtes Licht.

Im Schnitt, parallel mit den *Oktaederflächen*, ist die Lamellierung in drei Systemen geordnet, gegen jede Oktaederkante senkrecht gerichtet, aber weniger deutlich und merkbar.

Bei starker Vergrößerung beobachtet man in den zwei erstgenannten Schnitten ein System äusserst feiner, paralleler Lamellen, welches vollständig die gröberen ausfüllt. Diese liegen immer in einer Richtung, parallel mit einer der regulären Krystallaxen.

Typus I zeigt eine Andeutung zur Spaltbarkeit, parallel mit den Würfelflächen. Das spezifische Gewicht ist ein klein wenig höher als bei dem Perowskit, nämlich 4.1—4.3.

Dysanalyt.

Bei chemischer Analyse fand KNOP 1877 (44), dass das von BUTZENGEIGER entdeckte, von WALCHNER (1825) als krystallisierte, kubische Titansäure und von BREITHAUPT, VOGLER, G. ROSE, SENECA und LEON-

HARD als *Perowskit* angesehene und von SENECA analysirte Mineral aus dem körnigen Kalkstein bei Kaiserstuhl in Baden, ausser Kalk, Eisenoxyd und Titansäure auch *Niobsäure*, *Ceroxyd* und *Natron* enthielt.

1890 veröffentlichte F. W. MAR (68) eine Analyse des sog. Perowskites aus dem Nephelinsyenitpegmatit aus *Magnet Cove (Arkansas)* und zeigte, dass dieser *seltene Erden*, *Niob-* und *Tantalsäure* nebst den Hauptbestandteilen Kalk- und Titansäure enthielt.

Die Analysen KNOP's und MAR's zeigen das folgende Aussehen:

<i>Dysanalyt</i>	
aus Kaiserstuhl (KNOP)	aus Arkansas (MAR)
<i>Titansäure</i> 40.57 %	44.12 %
<i>Niobsäure</i> 22.73 %	4.38 %
<i>Tantalsäure</i> —	5.08 %
<i>Ceritoxyd</i> 5.58 %	0.10 %
<i>Yttererden</i> —	5.42 %
<i>Kalk</i> 19.36 %	33.22 %
<i>Magnesia</i> Spuren	0.74 %
<i>Manganoxydul</i> . . 0.42 %	—
<i>Eisenoxydul</i> . . . 5.70 %	0.23 %
<i>Eisenoxyd</i> —	6.16 %
<i>Natron</i> 3.50 %	{ enthält keine Alkalien
<i>Kali</i> Spuren	
<i>Kieselsäure</i> 2.31 %	0.08 %
<i>Thonerde</i> kleine Menge	—
<i>Fluor</i> Spuren	—
Gesamtsumme 100.17	99.53

Nach Abrechnung der Kieselsäure als für das Mineral unwesentlich findet KNOP für sein Mineral die Formel $6 \text{RTiO}_3 + \text{RNb}_2\text{O}_6$, folglich eine isomorphe Mischung von Perowskitsubstanz, Metatitanat und Metaniobat von seltenen Erdmetallen und Natrium.

MAR berechnet das Verhältniss $23 \text{RO} : 2 \text{R}_2\text{O}_3 : \text{R}_2\text{O}_5 : 20 \text{RO}_2$, wobei bei der Analyse gefundene Gehalt an Eisenoxydul nebst einer entsprechenden Menge Eisenoxyd als Fe_3O_4 abgerechnet worden ist.

BEN SAUDE's Beobachtungen (1882) über die optischen Eigenschaften des oktaëdrisch ausgebildeten Minerals aus Arkansas bewiesen dessen vollkommene krystallographische Übereinstimmung mit den wirklichen Perowskiten. Mit Ätzmitteln dagegen ergibt weder der amerikanische Dysanalyt noch der Knopit Resultate, die sich deuten liessen.

Pyrochlor.

Auch die Geschichte des Pyrochlormineral fängt im Anfang unseres Jahrhunderts an. Die Entdeckung dieses Minerals bei *Fredriksvärn*

schreibt man dem Mineralogen TANK, dem Entdecker des Polymignits und des Xenotims, zu; ausser dem fanden es später (1826) WÖHLER, BERZELIUS und BRONGAIRT in einem Gang im Zirkonsyenit bei *Laurvik*. Den Namen

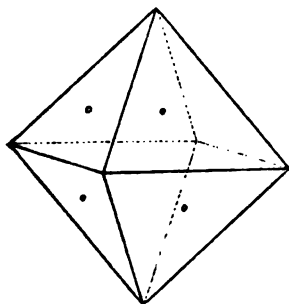


Fig. 10.

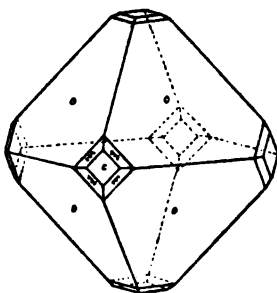


Fig. 11.

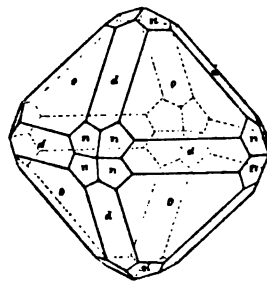


Fig. 12.

Pyrochlorkrystalle nach KOKSCHAROW.

wählte BERZELIUS mit Rücksicht auf die Eigenschaft des Minerals beim Erhitzen vor dem Löthrohr eine gelbe Farbe anzunehmen.

Die (1) 1826 von WÖHLER mitgeteilte erste Analyse des Pyrochlors aus Fredriksvärn hatte das folgende Aussehen.

<i>Titansäure</i>	62.75	o/o
<i>Kalkerde</i>	12.85	»
<i>Uranoxydul</i>	5.18	»
<i>Ceroxyd</i> (unrein)	6.80	»
<i>Manganoxidul</i>	2.75	»
<i>Eisenoxyd</i>	2.16	»
<i>Zinnoxyd</i>	0.61	»
<i>Wasser</i>	4.20	»
<i>Flussäure</i>	Spur	
<i>Talkerde</i>	»	
Summe		97.30 o/o

Mikrolith,

das später als Tantalpyrochlor charakterisirte Mineral, wurde unter Mineralien aus *Chesterfield* (Mass.) von C. U. SHEPARD entdeckt, welcher dasselbe zum ersten Mal im J. 1835 (2) beschrieb.

1837 (3) lieferte SHEPARD eine chemische Untersuchung über Mikrolith aus demselben Fundorte und auch eine approximative quantitative Analyse:

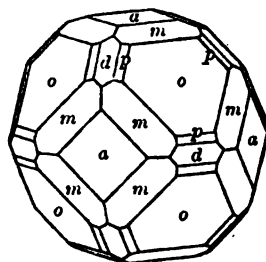


Fig. 13.
Mikrolith nach FEIST.

<i>Columbic acid</i>	75.70 %
<i>Lime</i>	14.84 »
<i>Tungstic acid</i>	} 7.42 »
<i>Yttria</i>	
<i>Protoxyd af uranium</i> . . .	
<i>Moisture</i>	2.04 »

WÖHLER's und SHEPARD's oben angeführte Analysen beanspruchen keine Genauigkeit, und beide Verfasser vermeiden auf Grund derselben irgend eine Meinung hinsichtlich der chemischen Konstitution des Minerals zu äussern.

Pyrrhit

wird von G. ROSE (1840) (7) (4) unter Mineralien aus Alabaschka (in der Nähe von Murzinka im Ural) beschrieben als rötlich gelbe (»pomeranzen-gelbe«) ungefähr 3 Linien grosse Oktaëder, in die Fläche grosser Feldspathkrystalle im Verein mit Albittafeln, Lithionglimmer, grossen, nelkenbraunen Bergkrystallen und vereinzelt, weissen Topazen eingewachsen. G. ROSE teilt nun Löthrohrreaktionen des Minerals mit und bemerkt dann: »Die Bestandtheile sind noch ganz unbekannt«, eine Äusserung, die noch heutzutage ebenso gültig ist.

Azor-Pyrrhit

nennt HUBBARD (62) (1886) die kleinen, orangefarbenen Oktaëder, welche mit Albit auf San Miguel, einer der Azoren, vorkommen und VON TESCHEMACHER 1844 (12) zum Pyrrhit ROSE's geführt worden sind. Ein gleichartiges Mineral kommt nach HUBBARD in Sanidinbomben aus dem *Lachersee* vor. Qualitative chemische Versuche sind von A. A. HAYES 1850 (17) und OSANN 1887 und 1888 (64) ausgeführt, aus welchen es hervorgeht, dass dieses Mineral aus den Azoren wahrscheinlich eine zirkonium- und cerhaltige Pyrochlorvarietät ist.

Kleine Krystalle eines mikrolithähnlichen Minerals aus *Haddam*, Connecticut, nennt SHEPARD *Haddamit*. Sie bestehen aus kleinen, diamantglänzenden Oktaëdern und sind von einer Farbe »zwischen Wöhlerit und Monazit« mit einer Härte von 5—5.5. Chemische Untersuchungen fehlen.

Die chemische Zusammensetzung der Pyrochlormineralien konnte analytisch ins Klare nicht gebracht werden, ehe die Eigenschaften und die gegenseitigen Verhältnisse der Titan-, Niob- und Tantal-säuren von der chemischen Wissenschaft hinreichend klargestellt worden waren. Erst in den sechziger Jahren war die Chemie dieser Stoffe so entwickelt worden, dass sich feststellen liess, welche von denselben gleichzeitig in die natürlichen Mineralien eingehen. Die Entdeckung HERMANN's, dass Columbite und Tantalite *sowohl* Tantal- *als* Niobsäure enthalten, besonders aber die wichtigen Arbeiten MARIGNAC's, BLOMSTRAND's und H. SAINT-CLAIRE-DEVILLE's und TROOST's über die für die Säuren charakteristischen Fluor- und Chlorverbindungen waren es, die nach langer, unbehüllicher Verworrenheit ein genaueres Verständnis der Zusammensetzung der Niob- und Tantalmineralien ermöglichten (42) (45). Zu der Polemik, welche über das Vorkom-

men und die Eigenschaften der Tantal- und Niobsäure geführt worden ist, haben auch chemische Untersuchungen über das Pyrochlormineral Beiträge geliefert.

Der soeben angeführten Analyse WÖHLER's folgten (1839) Analysen von Pyrochlor aus *Miask* und *Brevik* (6). WÖHLER berichtigt seine vorige Bestimmung von der Titansäure (s. S. 195) dahin, dass er jetzt »*titanhaltige Tantalsäure*« sagt, und teilt in »Bemerkungen über die Tantalsäure« wichtige Beobachtungen mit, welche zur Unterscheidung der Metallsäure des Pyrochlores — die nach dem, was wir jetzt wissen, Niobsäure ist — von ECKEBERG's und BERZELIUS' Tantalsäure beigetragen haben.

Ebenso wurde die Frage nach der Metallsäure des Mikroliths entwickelt. In SHEPARD's erster Analyse 1837 wird dieselbe als »Columbic acid« aufgeführt. 1842 veröffentlichte TESCHEMACHER und HAYES (8) eine Untersuchung des Minerals mit der folgenden, von HAYES ausgeführten Analyse:

<i>Titanic acid</i>	80.00
<i>Oxide of Tin</i>	} 11.8
<i>iron</i>	
<i>cerium</i>	
<i>uranium</i>	
<i>Lime</i>	8.2
	<hr/> 100.0

Diese Analyse, gegen die erste WÖHLER's von Pyrochlor gestellt, veranlasste die Verfasser, die Ansicht auszusprechen, dass SHEPARD's Mikrolith identisch mit dem Pyrochlor WÖHLER's sei.

Noch dasselbe Jahr erhob SHEPARD (9) Einspruch gegen diese Ansicht und wies nach, dass sich bestimmte Verschiedenheiten hinsichtlich der Härte und des spez. Gewichtes zwischen den beiden Mineralien vorfinden. Er sah den Mikrolith als ein Columbat von Yttererde und Kalk an. In einem folgenden Aufsatz (10) giebt HAYES eine neue, ausführlichere Analyse des Mikroliths und widerruft hier seine Meinung rücksichtlich der Metallsäure, welche er jetzt in Übereinstimmung mit SHEPARD als »Columbic acid« bezeichnet.

Von Pyrochlor aus *Fredriksvärn* teilt HAYES zwei neue Analysen mit, und teils auf sie gestützt, teils auf Grund der von WÖHLER 5 Jahre früher ausgesprochenen, veränderten Ansicht über die Metallsäuren des Pyrochlores als eine Mischung von Tantal- und Titansäure, glaubt jedoch HAYES an der Ansicht von der Identität der beiden Mineralien festhalten zu sollen. Wie oben gesagt, war es nämlich erst in den sechziger Jahren, dass die Chemie der beiden Metallsäuren so entwirrt worden war, dass die Missgriffe WÖHLER's, SHEPARD's und HAYES' berichtigt werden konnten. Die Metallsäure des Pyrochlores, ausser ein wenig Titansäure ist mit der von HATCHETT 1801 in amerikanischem Columbit entdeckten Niobsäure (Columbiumsäure) identisch, die des Mikroliths dagegen ist hauptsächlich Tantalsäure, in ihren Eigenschaften mit der von ECKEBERG in finnländ-

ischen und schwedischen Tantaliten und Yttrotantaliten gefundenen Metallsäure übereinstimmend.

Nachdem MARIGNAC in den Verbindungen der Fluoride und Oxyfluoride der Säuren mit Fluorkalium ein zuverlässiges Mittel zu ihrer Unterscheidung gefunden und BLOMSTRAND und DÉVILLE et TROOST die ehemals unüberwindlichen Widersprüche in der Chemie dieser Grundstoffe gelöst hatten, gelang es RAMMELSBURG, die Zusammensetzung der Tantal- und Niobminerale zu entwirren.

In seiner namhaften Arbeit »Über die Zusammensetzung der natürlichen Tantal- und Niobverbindungen« 1871 (36) liefert er eine bedeutende Anzahl von ihm ausgeführter, neuer Analysen von Pyrochlor aus *Miask*, *Fredriksvärn* und *Kaiserstuhl* nebst einer kritischen Zusammenstellung und einer Berechnung aller bis dahin gefundenen analytischen Resultate. In den letzten Teilen seines *Handbuches der Mineralchemie* folgt er den Resultaten der neueren Untersuchungen über die Pyrochlorminerale und giebt zum Teil neue Deutungen von den älteren, je nachdem dies durch die veränderten Ansichten über die Natur der im Pyrochlor enthaltenen Grundstoffe nötig geworden war.

Als Schlussfolge seiner Untersuchungen über Pyrochlor äussert sich RAMMELSBURG 1871 in seiner oben angeführten Abhandlung, S. 203, wie folgt:

»Fassen wir die Erfahrungen über den Pyrochlor zusammen, so ist das Ergebnis: die verschiedenen Abänderungen sind isomorphe Mischungen von Fluornatrium, von niobsaurem und titansaurem Salz zweiwertiger Metalle. In dem Perowskit von *Miask* und *Brevig* befindet sich das niobsaure Salz überdies in isomorpher Mischung mit entsprechendem thorsaurem Salz.»

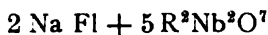
In Übereinstimmung damit setzt RAMMELSBURG die folgenden Formeln an:

- I. Pyrochlor aus *Miask*. $4 \text{ Na Fl} + \left\{ \begin{array}{l} 6 \text{ R Nb}^2\text{O}^6 \\ 4 \text{ R(Ti, Th) O}^3 \end{array} \right\}$
- II. Pyrochlor aus *Brevig*. $4 \text{ Na Fl} + \left\{ \begin{array}{l} 5 \text{ R Nb}^2\text{O}^6 \\ 2 \text{ R(Ti, Th) O}^3 \end{array} \right\}$
- III. Pyrochlor aus *Fredriksvärn*. $\text{Na Fl} + \left\{ \begin{array}{l} \text{R}^2\text{Nb}^2\text{O}^7 \\ \text{RTi O}^3 \end{array} \right\}$
- IV. Pyrochlor aus *Kaiserstuhl*. $5 (\text{Na, K}) \text{ Fl} + 3 \text{ R}^2\text{Nb}^2\text{O}^7$

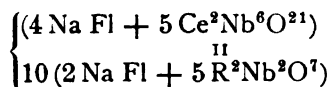
Die Übereinstimmung zwischen den hieraus berechneten Werten und der gefundenen Zusammensetzung ist eine vollkommen befriedigende. Die Oxyde und Yttererden sind hier nach älterer Fassung mit der Formel RO^{II} aufgeführt.

In seinem ersten *Ergänzungsheft zur Mineralchemie* 1886 berechnete RAMMELSBURG dieselben Analysen unter der Annahme, dass diese Stoffe als Sesquioxyde eingehen, wobei jedoch nur der von KNOP (37) als *Koppit* bezeichnete sesquioxyd- und alkalireiche Pyrochlor aus *Kaiserstuhl*,

welcher sich als frei von Titansäure und Thorerde und arm an Fluor erwiesen hatte, seine Formel verändert bekommt.



oder genauer nach der Schreibweise RAMMELSBURG's

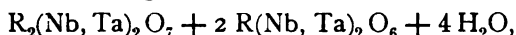


Diese Pyrochlorart krystallisiert in Rhombendodekaëdern.

Mit dem Pyrochlor aus *Kaiserstuhl* (Koppit) stellt RAMMELSBURG den Mikrolith aus *Amelia Co* (Virginia) zusammen, dessen Zusammensetzung von DUNNINGTON (54) untersucht und unter die folgende Formel gebracht wurde:



Zum Pyrochlor dagegen stellt RAMMELSBURG nicht den Pyrochlor, welcher 1877 unter dem Namen *Hatchettolith* von I. L. SMITH (46) und O. D. ALLEN (47) beschrieben wurde und welcher nach diesen Verfassern ein in pyrochlorähnlichen Oktaëdern kristallisirendes Tantaloniobat hauptsächlich von Calcium und Uran mit einem ziemlich grossen Gehalt an Wasser und kleinen Mengen Titan, Wolfram, Zinn, Blei, Yttrium, Eisen, Magnesium, Kalium und Natrium ist. Nach ALLEN ist Hatchettolith nach folgender Formel zusammengesetzt:

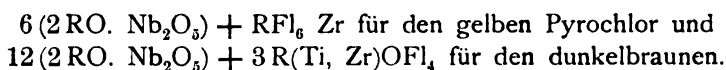


welche jedoch wahrscheinlich nur eine veränderte Form der ursprünglich wasserfreien Substanz repräsentiert.

Im J. 1893 beschrieb ich ein Pyrochlormineral aus dem Nephelinsyenitgebiet der Insel *Alnö* bei *Sundsvall*, Schweden (74). Das Mineral, welches in krystallinischem Kalkstein vorkommt, welcher geologisch und petrographisch in enger Verbindung mit meist kalkspathführendem Nephelinsyenit steht (vergl. HÖGBOM (79)), besteht aus 1—10 mm. grossen Oktaëdern von zwei Varietäten: teils rötlich gelb, titansäurefrei, infolgedessen von RAMMELSBURG 1895 zum Koppit (80) gestellt, teils dunkelbraun, zonstruiert durch vielfältige Abwechselungen von brauner und gelber, den kleinen Krystallen angehörender Substanz. Diese dunkel gefärbten Krystalle enthalten einige Procent Titansäure.

Beide Varietäten kamen in demselben Kalkstein mit einander gemischt vor und zwar auf eine solche Weise, dass sie gleichzeitige Bildungen sein müssen, die kleinen gelben Krystalle gleichzeitig mit der äussersten gelben Zone der grösseren Krystalle gebildet.

Auf Grund der zwei ausgeführten Analysen stellte ich die folgenden Formeln auf



Neuerdings habe ich eine Analyse von der von HÖGBOM in einem relativ mineralienarmen und etwas mehr grobkristallinischen, gangförmigen Kalkstein der Insel *Alnö* zuerst entdeckten Pyrochlorvarietät ausgeführt.

Das Resultat dieser Analyse und meine früheren Versuche einer Deutung werde ich nach der Erörterung der synthetischen Arbeiten besprechen. Schon hier muss indessen hervorgehoben werden, dass mir die synthetischen Arbeiten gezeigt haben, dass das Fluor wahrscheinlich mit dem Niob zusammengehört, und dass man nicht annehmen darf, dass so fluorreiche Verbindungen wie Na_2TiF_6 in das Pyrochlormolekül eingehen.

Analytische Verhältnisse.

Die chemische Natur der im Pyrochlor enthaltenen Stoffe hat der Ermittlung der Zusammensetzung und der Konstitution des Minerals die grössten Hindernisse in den Weg gelegt. Diese Schwierigkeiten betreffen besonders die Trennung der Tantal-, Niob- und Titansäuren und die Zirkonerde. Je mehr dieser Stoffe sich in namhaften Quantitäten zusammenfindet, je zweifelhafter muss das Analyseresultat werden. Geringer dürften die Fehler sein, die die übrigen Stoffe betreffen. Die seltenen Erden, besonders Cerium mit Didym und Lanthan, kommen gewöhnlich in kleinen Mengen vor, und ihre verhältnismässig hohen Atomgewichte vermindern auch den Einfluss der Analysenfehler.

Die grosse Verschiedenheit in der Zusammensetzung der Pyrochlore kann jedoch der Unzuverlässigkeit der Analysen nicht gänzlich zugeschrieben werden, sondern muss auf einen Reichtum an Isomorphieverhältnissen der im Pyrochlor enthaltenen chemischen Verbindungen hindeuten.

Synthetische Darstellung

der Perowskit- und Pyrochlormineralien und der ihnen nahe verwandten Salze der Tantal-, Niob- und Titansäuren.

"Ces corps, qui forment des composés si peu nets et avec tant de difficulté dans les opérations de la voie humide, donneront peut-être à de hautes températures des combinaisons douées d'une grande stabilité."

EBELMEN 1851.

Ältere Versuche. Die Perowskit-Pyrochlormineralien sind auch Gegenstand mineralsynthetischer Studien gewesen. Schon 1851 stellte EBELMEN (18) den *Perowskit* dar durch Einwirkung von Kalk bei höherer Temperatur auf eine Schmelze von Kiesel- und Titansäure nebst Alkali, und auch *Pyrochlorartige* Produkte, dadurch dass er anstatt der Titansäure Tantalit löste.

HAUTEFEUILLE stellte 1865 (30) Perowskit her, in völliger Übereinstimmung mit dem natürlichen Mineral krystallisiert, dadurch dass er bei starker Rotglut eine Schmelze von Chlorcalcium, Kiesel und Titansäure einige Stunden erhitzte, während er mit Feuchtigkeit gesättigtes Kohlensäuregas oder Luft über die Oberfläche der Schmelze hinstreichen liess.

HAUTEFEUILLE stellte auch hexagonale Krystalle dar von Mg Ti O_3 , dem natürlichen Mineral *Geikielith* vielleicht entsprechend, und ausserdem isotrope Oktaëder von $\text{Mg}_2\text{Ti O}_4$.

JOLY (45), welcher durch Schmelzungsversuche eine grosse Menge auch in mineralogischen Hinsichten interessante Salze von Niob- und Tantsäure darstellte, hat es auch versucht Pyrochlor zu gewinnen, welchen er als eine Kombination von Calciumniobat und Fluorcalcium ansah. Er hielt mehrere Stunden hindurch Niobsäure in schmelzendem Fluorcalcium bei hoher Temperatur gelöst und erhielt dabei nebst anderen Produkten auch oktaëdrische, gelbliche Krystalle, die sich nur schwer aus der Flussspathschmelze isoliren liessen und die er deshalb nicht analysirte, aber für *Pyrochlor* hielt.

BOURGEOIS (60) stellte auf verschiedene Weisen Perowskitähnliche Produkte dar: 1) Er hielt eine basische Silikatschmelze mit Kalk und Titansäure eine längere Zeit in viscosen Zustande; 2) Durch Zusammenschmelzung von Calciumkarbonat und Titansäure mit Chlorbarium.

Während also das Problem hinsichtlich der Synthese des Perowskits auf mehreren verschiedenen Wegen unschwer gelöst schien, lassen sich die Resultate der Pyrochlorsynthesen EBELMEN's und JOLY's in Übereinstimmung mit den chemischen Eigenschaften des natürlichen Pyrochlores nicht bringen. In Folge der Darstellungsweise kann das Produkt EBELMEN's kein Fluor enthalten, und dasjenige JOLY's kein Alkali, Stoffe, welche jedoch alle beide zum natürlichen Mineral gehören. Es ist jedoch wahrscheinlich, dass jene künstlichen, pyrochlorähnlichen Substanzen dem natürlichen Pyrochlor sehr nahe stehen.

Grundlage und Zweck meiner Synthesen. Bei näherer Untersuchung einer Tabelle der bisher gemachten Pyrochloranalysen, wird es deutlich hervorgehen, dass die wesentlichsten Bestandteile Niob- oder Tantsäure, Kalk, Natron und Fluor sind. Die seltenen Erdarten kommen in sehr wechselnden Mengen vor und können, wie im Alnö-Pyrochlor und im Mikrolith, auf sehr kleine Quantitäten herabsinken, deren Bedeutung für das Mineral noch mehr unwesentlich erscheint, wenn man die hohen Atomgewichte dieser Stoffe mit in Betracht zieht. Es schien mir deshalb wahrscheinlich, dass, falls eine reine Pyrochlorsubstanz sich in hinlänglichen Mengen herstellen liesse, die chemische Konstitution des Minerals sich dann auch näher ermitteln lassen würde.

Im Fortgang der Arbeit lernte ich noch einige andere Substanzen kennen, besonders Niobate, deren krystallographische Eigenschaften sie zu den Perowskit- und Pyrochlormineralien führen, obschon dieselben in der Natur in reiner Form nicht vorkommen. Sie sind insgemein reguläre Sub-

stanzen mit anomaler Doppelbrechung oder durch polysynthetische Zwillingbildung mimetische Komplexe. Das Studium dieser Erscheinungen führte auf die Metallsäuren selbst zurück, deren krystallographische Eigenschaften, wie früher von mehreren Verfassern angedeutet, zu denen der Salze in enger Beziehung stehen. So ist Tapiolit mit Rutil isomorph und Tantalit nach RAMMELSBURG (39) mit Tantalsäure isomorph. Die Niobsäure kristallisiert nach KNOP (65) in doppelbrechenden Würfeln.

Die Möglichkeiten einer Isomorphie zwischen verschiedenen Axenrichtungen in den natürlichen kristallisierten Niobaten und Tantalaten gemäss der Theorie MALLARD's sind, zufolge ihrer Axenverhältnisse, sehr gross.

Das Material. Die für die Synthesen der Perowskit- und Pyrochlormineralien nöthigen Metallsäuren habe ich von verschiedenen Seiten bekommen. Ein paar kleine Quantitäten Niobsäure, welche bei den ersten Versuchen zur Verwendung kamen, erhielt ich bei der Analyse des Alnö-Pyrochlors. Ein paar Gramm reiner Niob- und Tantalsäure wurden mir wohlwollend vom Herrn Prof. PETERSSON an der Hochschule zu Stockholm gegeben. Aus Columbit von *Rygge Moss* (Norwegen), welcher mir von dem Mineralogischen Institut dieser Hochschule in freigebiger Weise geschenkt wurde, gewann ich etwa 70 Gramm Niobsäure, die ich jedoch nicht ganz von Eisen und Mangan befreien konnte.

Ungefähr 70 Gramm vollkommen reiner Niobsäure, theils aus Euxenit, theils aus Norwegischen Colombit dargestellt; sowie auch etwa 20 Gramm reiner Tantalsäure, aus dem Rest der Metallsäuren nach Aufbewahrung der Erdarten aus Euxenit, Samarskit, Hjelmit, Fergusonit nebst anderen Niob- und Tantalmineralien dargestellt, hat mit Herr Ph. Candidat AKSEL LARSSON freigebig gespendet. Die Reinheit dieser Präparate geht auch aus den specifischen Gewichten der kristallisierten Metallsäure hervor.

Das Titansäurematerial habe ich zum Theil selbst aus Rutil gewonnen, theils vom Herrn Professor CLEVE geschenkt erhalten. Herr Professor CLEVE hat mich auch mit chemisch reinen Präparaten von Ceroxyd, Thonerde, Zirkonerde und Uran versehen.

Synthetische Methoden.

Alle meine synthetischen Versuche sind mit Schmelzen bei hoher Temperatur ausgeführt. Dabei habe ich theils Heizung mit dem gewöhnlichen Brenner BUNSEN's oder HUGERSHOFF's verwendet, wobei, um eine möglichst gleichmässige Temperatur zu erzielen, der Tiegel und die Flamme mit Ziegelcylindern umgeben worden sind. In der Regel sind aber höhere Temperaturen nötig gewesen, und dabei hat mir der Gebläseofen des LECLERC-FOURQUIGNON unschätzbare Dienste geleistet. Von diesem heutzutage bei Mineralsynthesen so sehr verwendeten, bequemen und effektiven Apparat habe ich ein etwas grösseres Muster als das gewöhnliche benutzt und zwar so gross, dass Platinagefässe von etwa 6 cm. im Durchschnitt im inneren Cylinder Platz fanden. Bei einem gewöhnlichen Gas- und Gebläsedruck giebt dieser grössere Ofen wahrscheinlich eine etwas niedrigere Temperatur als der gewöhn-

liche kleinere ab. Ich habe kein Mittel gehabt ein genaueres Mass der Maximaltemperatur zu gewinnen, Silikate¹ aber sind in diesem Ofen leicht geschmolzen und bei den Schmelzen die ich unter Händen gehabt habe, hat es sich herausgestellt, dass er in den meisten Fällen eine vollständige Schmelzung hat bewirken können.

Die Abkühlungsverhältnisse habe ich zwischen den Extremen variiert: schnelle Abkühlung durch Abhebung des Ofendeckels nach Absperrung von Gas und Gebläse, und langsame Abkühlung während 2—3 Stunden unter allmählicher Abnahme der nachlassenden Gebläseflammen. Ich werde dieses bei jedem besonderen Versuche näher erörtern.

Einige der Schmelzversuche sind in der Porzellanfabrik *Rörstrand* ausgeführt worden. Laut Mittheilungen des Herrn Dr. J. A. NORBLAD ist die Temperatur bei diesen Erheizungen 1400°—1500° C. gewesen, und die Abkühlung von der Maximaltemperatur bis auf die Temperatur der Umgebung hat etwa 3 Tage erfordert, wovon mehrere Stunden für die Abkühlung von 1500° zu 600° oder einer dunklen Rotglut sicher in Anspruch genommen worden sind.

In dem LECLERC-FOURQUIGNON-Ofen ist für die entsprechende Abkühlung nur eine Zeit von 10 Minuten erforderlich.

Analytische Methoden.

Für die *mechanische Trennung* der durch die Synthese erhaltenen Substanzen ist meistens Talliumsilbernitrat verwendet worden. Eine Vervollständigung dieser Scheidungen mittels Auslese unter der Lupe erwies sich jedoch als nötig, da das spezifische Gewicht bei Krystallen derselben Art oft bedeutend wechselt.

Die spezifischen Gewichte sind durch Wägungen in Benzol bestimmt, und dieselbe Benzollösung bei allen folgenden Bestimmungen gebraucht worden. Das spezifische Gewicht dieser Lösung hatte Herr Licentiat R. MAUZELIUS für jeden Temperaturgrad zwischen 10° und 20° C. untersucht. Die Temperaturablesungen bei meinen Versuchen sind nur mit einer Genauigkeit von $\frac{1}{2}$ Grad gemacht worden, was einen Fehler von etwa 5 Einheiten im dritten Decimal ermöglicht. Drei Decimale sind daher im Resultat jeder Bestimmung mit aufgenommen.

Für die chemische Analyse sind die Substanzen mit Kalium-, Ammoniumbisulphat oder Schwefelsäure zersetzt worden.

Gewöhnlich gelingen Zersetzungen mit Ammoniumbisulphat vollständig, wenn das Analysematerial sehr fein pulverisirt ist. Die Ausscheidung der Niobsäure wurde auf die gewöhnliche Weise durch Kochen der ersten Sulphatlösung ausgeführt. Die Reinheit der gewaschenen und gewogenen Säure ist immer durch Überführung derselben in im Wasser löslichen Alkalisalz kontrolirt.

Auf gleiche Weise geschah die neue Analyse des Alnö-Pyro-

¹ Nephelinsyenit aus der Insel Alnö.

chlors, und die Titansäure wurde kolorimetrisch mit Wasserstoffsuperoxyd bestimmt, nachdem die Metallsäuren zusammen in Schwefelsäure und Chlorwasserstoffsäure aufgelöst worden waren. Die Zirkonerde wurde mit Weinsäure und Ammoniumsulphuret von dem Eisen getrennt, und kleine Mengen dieselbe verunreinigende Titansäure mit Wasserstoffsuperoxyd bestimmt.

Versuche, bei der Analyse des Pyrochlors die von KNOP (44) empfohlene Chlorierungsmethode zu verwenden, mussten wegen der grossen Schwierigkeiten, die sich ihnen entgegenstellten, verlassen werden. Oxydchlorid von Niobsäure bildete sich immer in einer gewissen Menge, und Chlorid wurde von dem Kohlenstoffpulver absorbiert, trotz aller Sorgfalt, die dem Entfernen der Feuchtigkeit gewidmet wurde. Das Separiren des Niob- und Titanchlorids war schwer zu bewerkstelligen. Bei Gegenwart des Fluors in der Substanz wird noch das Porzellanschiff angegriffen.

Die Fluorbestimmungen sind nach der Methode von FRESenius ausgeführt worden: Abwägung des Siliciumfluorids nach Zersetzung mit Schwefelsäure und fein pulverisirtem Quarz.

Bei Berechnung der Analysenresultate sind folgende aus den Tabellen von LOTHAR MEYER und SEYBERT entnommene Atomgewichte angewandt worden: Ca = 39.91, Ce = 141.2, Di = 145.0, Fe = 55.88, Er = 166.0, Fl = 19.06, K = 39.03, Mg = 23.94, Mn = 54.8, Na = 22.995, Nb = 93.7, O = 15.96, Ta = 182, Th = 231.96, Ti = 50.25, U = 239.8, H = 1, Y = 89.6, Zr = 90.4.

Verlauf der Untersuchungen. Meine ersten synthetischen Versuche galten die Darstellung des Kalkpyrochlors und wurden mit Chlorcalciumschmelzen bei Gegenwart der Niobsäure und des Fluornatriums ausgeführt.

Dabei erhielt ich mikroskopische, pyrochlorähnliche Krystalle, aber auch Nadeln von Niobsäure und Niobat nebst doppelbrechenden Würfeln und Oktaedern. Ich richtete alsdann meine Aufmerksamkeit auf dieses mimetische Calciumniobat, welches mit wechselndem Eisengehalt hergestellt wurde. Ein Calciumtantalat von entsprechender Beschaffenheit wurde gewonnen und analysirt.

Ungeachtet einer Menge Versuche konnten nur unbedeutende Quantitäten aus diesen Produkten dargestellt werden. Versuche mit anderen Schmelzen, wie Chlornatrium, Fluornatrium, Sulphaten und Karbonaten erfolgten. Lösungen von Calciumkarbonat in geschmolzenen Alkalikarbonaten erwiesen sich als verwendbar um mimetische, obschon etwas alkalihaltige Kalkniobate zu erhalten und für die Darstellung des Perowskits sehr günstig. Bei all diesen Versuchen kam in der Regel Rotglut zwischen hell und dunkel, d. h. eine Temperatur von etwa 700°—900° C. zur Verwendung. Nach vielen verschiedenen, insgemein mit unbefriedigenden Resultaten während eines Jahres fortgesetzten Versuchen fand ich zuletzt eine einfache Methode, die von allen versuchten einfachste, die nicht nur das erwünschte Resultat, sondern auch besonders prachtvoll kristallisirte Pyrochlor- und Perowskitprodukte ergab. Diese Methode bestand darin, dass die

reinen Oxyde mit möglichst wenig Flussmittel bei möglichst hoher Temperatur (ungef. 1500° C.) zusammengeschmolzen wurden. Flussmittel war in allen Fällen Fluornatrium, dessen Ansehen als ein trefflicher »agent minéralisateur« sich hier noch bewährte. Mit dieser Methode habe ich Synthesen von *Kalkpyrochlor*, *Kalkeisenpyrochlor*, *Kalkcerpyrochlor* (*Koppit*), *Uranpyrochlor* (*Hatchettolith*), *Kalknatrondysanalyt*, *Kalkeisen-natrondysanalyt*, *Kalkcernatrondysanalyt*, *Zirkoniumdysanalyt*, *Mikrolith*, *Kalknatrontantsäuredysanalyt* und noch anderen gemacht. Auf gleichem Wege habe ich ausserdem einige mit der Mineraliengruppe zusammengehörige, unlösliche Alkalisalze von Titan- und Niobsäure dargestellt.

Krystallisationsversuche bei hohen Temperaturen mittelst Niob- und Tantsäure sind in der Absicht unternommen worden, schon früher veröffentlichte Berichte über die Krystallformen dieser Substanzen zu kontrollieren. Als Flussmittel dabei verwendete ich teils Borsäure, teils Kalium-, teils Natriumbisulphat.

Einige Salze der Niobsäure, welche von JOLY, A. LARSSON u. A. dargestellt worden sind und durch ihre krystallographischen Eigenschaften und ihr Vorkommen als Komponenten im Pyrochlormineral ihre Verwandtschaft mit jenen bezeugen, sind auch mit in die Untersuchungen gezogen worden.

In Folgenden werde ich vorerst die Krystallisationsversuche mit den Metallsäuren behandeln, dann die einfachen Salze und zuletzt die synthetisirten Mineralien beschreiben.

Krystallisirte Tantsäure.

40 Gramm Borsäure und 3 Gramm Tantsäure wurden in einer Platinschale im Gebläseofen zusammengeschmolzen. Da aber nach mehrstündigem Gebläse keine deutlichen Krystallisationen erhalten werden konnten, wurde die Schmelze nach *Rörstrand* versandt, wo sie mehrere Tage hindurch im Porzellanofen erhitzt wurde. Nach Lösung der Borsäure mit Wasser, war die Tantsäure in mikroskopisch kleine Krystalle mehrerer verschiedenen Arten umgewandelt:

1, 3, 4) 0,02—0,05 mm. grosse Krystalle von sechsseitiger, kurzer, prismatischer oder kubischer Form und mit kleinen kreuzförmig angeordneten, blasenähnlichen Hohlräumen. Starke Doppelbrechung, Polarisationsfarben 4^{er}—5^{er} Ordnung.

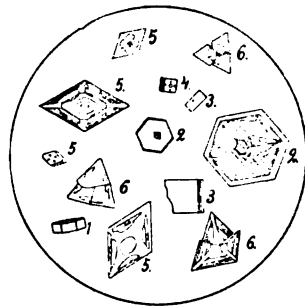


Fig. 14.
Krystalle von Tantsäure.
AGNES CLEVE gez.

Die Auslöschung verläuft einheitlich, parallel der prismatischen Zone, die auch die Richtung der kleineren optischen Elasticität ist.

2) Regelmässig sechsseitige, isotrope oder schwach doppelbrechende Tafeln, etwas grösser als die obigen. Selten.

5) An Grösse und Form von den obengenannten kleinen Krystallen sehr verschieden sind die rhombischen Tafeln, welche in der Krystallmasse in namhafter Anzahl vorkamen. Diese sind in der längsten Richtung etwa 0,1 mm., und der spitze Winkel des Rhombus misst im Durchschnitt 66° (gemessen unter dem Mikroskop 62° — 71°). Sie sind zum Teil skelettartig entwickelt, da Hohlräume länglicher Form und wechselnder Grösse, oft blasenähnliche Körper enthaltend, zwischen den Diagonalen und Kanten des Rhombus eingeschlossen sind. Die Doppelbrechung ist stark. Die Dicke der Tafeln nur an 0,005 mm., und die Polarisationsfarben sind 1^{er} und 2^{er} Ordnung.

Die lange Diagonale ist auch die Richtung der geringeren optischen Elasticität, und eine spitze Bisektrise tritt normal gegen die Fläche der Tafeln aus, wobei die Axenebene parallel mit der kurzen Diagonale ist. Mithin eine *positive* Doppelbrechung.

6) Zwillingsbildungen, dadurch entstanden, dass drei der beschriebenen rhombischen Tafeln nach Linien zusammengesetzt sind, welche fast normal gegen die rhombische Abgrenzung gehen. Sie bestehen aus triangulären, gleichseitigen Tafeln, deren Seiten jedoch schwach gebogen sind (was darauf beruht, dass die Winkel grösser als 60° sind), und die aus drei Feldern zusammengesetzt sind, deren Auslöschung, mit den optischen Verhältnissen der einzelnen Individuen übereinstimmend, mit der Teilungslinie der Winkel parallel ist und auch die Elasticitätsrichtung δ darstellt. *Krystallsystem* rhombisch. Das *specif. Gewicht* der Krystallmasse wurde durch Wägung in Benzol bestimmt, wobei 0,7456 Gramm an Gewicht 0,0844 Gramm verloren. Das *specif. Gewicht* des verwendeten Benzols bei der Temperatur des Versuches, 17° C., betrug 0,8804, wodurch man mithin für die Krystalle ein *specif. Gewicht* von 7.7775 erhält.

Das *specif. Gewicht* der Tantsäure ist schon eher mehrmals bestimmt worden und man hat dafür sehr wechselnde Zahlen, von 7,028—8,257, erhalten (42).

Nach H. ROSE (16) hat die amorphe Säure (von Tanlalit aus *Tammela*) bei mässiger Erhitzung das *specif. Gewicht* 7.109—7.274. Die Zahl steigt bei stärkerer Erhitzung, wobei die Säure krystallinisch wird, bis 7.529, 7.536 und 7.994. Nach heftiger und langwieriger Erhitzung im Porzellanofen, bei noch höherer Temperatur, wird sie wieder amorph und leichter, *specif. Gewicht* 7,652. Nach Auflösung in Kaliumbisulphat, Fällung und erneutem Glühen im Porzellanofen wurde sie wieder vollständig krystallinisch mit dem *specif. Gewicht* 8,257.

Grössere Krystalle von Tantsäure stellten A. E. NORDENSKIÖLD und J. J. CHYDENIUS 1860 (25) durch Zusammenschmelzung bei Porzellanofenhitze von Tantsäure, aus Hjelmet gewonnen, mit Phosphorsalz dar.

Diese Krystalle, welche gemessen werden konnten, zeigten eine rhombische Form mit dem Axenverhältniss

$$a : b : c = 1 : 0.8288 : 0.8239.$$

Die Säure war in Folge ihres Ursprungs gewiss niobhaltig und in Folge des Glühens mit Natriumphosphat wahrscheinlich auch natriumhaltig.

Krystallisirte Niobsäure.

Erhitzung mit Borax, welche Methode zur Darstellung krystallisirter Niobsäure KNOP versuchte (65), führt wahrscheinlich dazu, dass man Natriumniobat, oder von diesem Salz verunreinigte Niobsäure anstatt einer reinen, erhält. Die Resultate KNOP's geben zu dieser Vermuthung Veranlassung. Er erhielt nämlich durch Erhitzung der Niobsäure (von Pyrochlor aus *Kaiserstuhl*) im Ofen PERROT's anscheinend reguläre Krystalle, die jedoch doppelbrechend waren und nur 84—89% Niobsäure enthielten. Der Rest rührt nach KNOP von mechanischen Einschlüssen des Flussmittels her. Nach demselben Verfasser bildeten sich indessen mit Borsäure gleichartige Krystalle, welche 99 % Niobsäure enthielten, und daraus folgert er, dass die Niobsäure in doppelbrechenden Krystallen von regulärem Habitus krystallisire. Wie weiterhin gezeigt werden wird, krystallisirt das Salz $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5$ eben auf diese Weise.

Auch A. E. NORDENSKIÖLD schmelzte Niobsäure von *Niobit* aus (27) *Middletown* mit Borax und erhielt platte, rechtwinklige Tafeln, welche in polarisirtem Licht sich »nicht dem quadratischen System angehörig« zeigten. Wahrscheinlich waren sie auch natriumhaltig.

Trotz mehrerer Versuche mit Borsäure, teils in LECLERC-FOURQUIGNON's Ofen, teils in den Porzellanöfen *Rörstrands* ausgeführt, ist es mir nur gelungen, solche Krystalle, wie sie auch EBELMEN (1851) (18) auf dieselbe Weise erhielt, zu gewinnen, nämlich grüne, platte und lappige Prismen ohne deutliche Krystallabgrenzung (Tafel 3, Fig. 3). Bei Erhitzung in der Luft ging die grüne Farbe der Prismen in eine lichtgelbe über. Diese Niobsäure war von vornherein ein wenig eisenhaltig. Gleichartige, aber farblose Nadeln erhielt ich dadurch, dass ich die Niobsäure in schmelzendem Kalium- oder Natriumbisulphat löste und durch vorsichtige Erhitzung die Schwefelsäure allmählig entfernte.

Die auf diesen beiden Wegen dargestellten Niobsäurenadeln waren höchstens 2 mm. lang und $\frac{1}{2}$ mm. breit und gaben unter dem Polarisationsmikroskop eine schwache, zweiaxige Doppelbrechung, graue und graublaue Polarisationsfarben 1^{er} Ordnung. Die Auslöschung ist mit der Längsrichtung parallel, die bei den farblosen, im Bisulphat dargestellten, auch die Richtung der kleineren optischen Elasticität ist, bei den eisenhaltigen grünen dagegen die grössere optische Elasticitätsrichtung repräsentirt. Ein zweiter Unterschied dieser auf eine verschiedene Weise dargestellten Krystalle der Niobsäure besteht darin, dass die farblosen ausnahmsweise mit gleich-

artigen Dimensionen lebhaftere Polarisationsfarben gaben und bisweilen Lamellirung mit Aggregatpolarisation und ziemlich starker Doppelbrechung zeigten. Hieraus scheint gefolgert werden zu können, dass diese farblosen Krystalle durch die Darstellungsweise von Alkaliniobat verunreinigt worden sind. In den in Borsäure dargestellten Krystallen ist die Ebene der optischen Axen mit der Längsrichtung der Krystalle parallel, und eine spitze Bisektrise geht senkrecht gegen die grossen Flächen der platten Nadeln. Die Doppelbrechung folglich *positiv*.

Die krystallisierte Niobsäure ist mithin wahrscheinlich rhombisch.

Das specif. Gewicht dieser farblosen Krystalle wurde in Benzol bestimmt; 0,5431 gr. gaben bei 19° C. einen Verlust an Gewicht von 0,1044 gr.

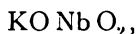
Das specif. Gewicht des Benzols = 0,8782, das specif. Gewicht folglich 4,568.

Krystallinische Niobsäure hat nach H. ROSE (26) ein spec. Gewicht, welches je nach der Darstellungsweise oder dem Grad der Erhitzung zwischen 4,601 und 4,822 schwankt. Bei starker Hitze schmilzt die Säure und erstarrt in krystallinische, strahlige oder stängelige Massen mit einem specif. Gewicht von 4,589.

Alkalisalze von Tantal-, Niob- und Titansäure.

Da Alkalien, besonders Natron, ein in fast allen Percwskit- und Pyrochlormineralien stets vorfindlicher Bestandteil ist, war es schon *a priori* wahrscheinlich, dass die einfachen Alkalisalze von Tantal-, Niob- und Titansäure krystallographische Verwandtschaftsmerkmale mit der Mineraliengruppe an den Tag legen würden. Eine namhafte Menge solcher Salze sind schon längst bekannt gewesen. Es sind jedoch die meisten wasserhaltig und leicht zersetzt. Sie sind in der Regel nach Einwirkung beim Glühen von kaustischem Alkali oder Alkalikarbonat auf die Säuren und die Behandlung der Schmelzen mit Wasser aus diesen Lösungen durch Krystallisation gebildet, und ihre Zusammensetzung lässt sich nur ausnahmsweise durch eine einfache Formel ausdrücken. Als wasserhaltige Salze und leicht zerteilt, unterscheiden sie sich folglich entschieden von den Substanzen der Perowskit- und Pyrochlorgruppe. Es sind dagegen einige andere Alkalisalze von grosser Beständigkeit bekannt. Von Tantalsäure erhielt H. ROSE durch Glühen des Salzes $4\text{K}_2\text{O} \cdot 3\text{Ta}_2\text{O}_5 + 16\text{H}_2\text{O}$ ein unlösliches Salz von der Zusammensetzung $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Ta}_2\text{O}_5$ und MARIIGNAC das Salz $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Ta}_2\text{O}_5$, und HENRI SAINTE CLAIRE DEVILLE und DAMOUR stellten durch Erhitzung auf eine hohe Temperatur aus einer Mischung von Kaliumsulphat und Tantalsäure ein unlösliches Salz von der Zusammensetzung $3\text{K}_2\text{O} \cdot 4\text{Ta}_2\text{O}_5$ dar.

JOLY beschreibt (45) ein interessantes Salz von der Zusammensetzung



welches er dadurch, dass er zu einer weissglühenden und flüssigen Lösung von Niobsäure in Fluorcalcium eine mit der Niobsäure äquivalente Menge

Kaliumkarbonat hinzusetzte. Er behandelte dann mehrere Tage hindurch die schwerlösliche Schmelze mit kochender, verdünnter Schwefelsäure, und der Flussspath löste sich allmählig, ohne dass das Niobat angegriffen wurde. Dies war in schönen, rechteckulären, strohfarbigen Tafeln krystallisirt. Die Farbe war von einem kleinen Gehalt an Eisen bedingt.

Wie DEVILLE und DAMOUR $3\text{K}_2\text{O} \cdot 4\text{Ta}_2\text{O}_5$ darstellten, so gelang es JOLY $3\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5$ in perlmutterglänzenden kleinen Lamellen krystallisirend zu gewinnen.

Leider ist uns nichts über die optischen Eigenschaften dieser Salze bekannt.

$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5$ (Tafel 2 Fig. 3). Ich habe das Salz $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5$ durch Zusammenschmelzen im Gebläseofen von Natriumkarbonat und reiner Niobsäure im Molekularverhältniss in Beimischung von Fluornatrium als Flussmittel dargestellt. Dabei verwendete ich eine Mischung von 1,94 gr. Natriumkarbonat, 4,94 gr. Niobsäure und 1,65 gr. Fluornatrium, welche im *L. F.*-ofen der stärksten Hitze ausgesetzt wurde. Bei der höchsten Temperatur war die Masse beinahe vollständig geschmolzen. Die Mischung blieb bis zur Abkühlung im Ofen ohne weitere Behandlung stehen, nachdem Gas und Gebläse gleichzeitig abgesperrt waren. Diese Methode für die Abkühlung ist bei den Synthesen meistens zur Anwendung gekommen. Die grosse Krystallisationsfähigkeit der betreffenden Substanzen nach dem Schmelzen machte die Methode sowohl praktisch als für die Gleichförmigkeit der Versuche vorteilhaft.

Das Resultat wurde hier eine vollständig krystallinische Schmelze, fast ausschliesslich aus gut entwickelten, stark lichtbrechenden, weissen Würfeln bestehend, mit einer quantitativ untergeordneten Zwischenmasse von Fluornatrium.

Die grössten Würfel massen 3 mm. in der Kantenlänge. Sie werden weder in Wasser noch in Säuren angegriffen. Bei Behandlung der Schmelze mit Wasser löste sich die Zwischenmasse aus, welche auch kleine Mengen Niobsäure enthielt, wonach die Krystallmasse eine vollkommen reine wurde. Die kleinen Würfel sind gut entwickelt und geben, am Goniometer gemessen, Werthe, welche 90° sehr nahe kommen. Eine Zone ergab $89^\circ 47'$, $90^\circ 5'$, $89^\circ 55'$, $90^\circ 11'$. Die grösseren Krystalle geben Werthe von z. B. $91^\circ 26'$, $89^\circ 48'$, $89^\circ 21'$, $89^\circ 25'$. Es kommen bisweilen an den Hexaëderecken Abstumpfungen vor wie die eines Dyakisdodekaëders. Die Flächen sind mit den Kanten des Würfels parallel gestreift und zeigen eine Andeutung hexaëdrischer Spaltbarkeit. Oft findet sich eine vierseitige Vertiefung in der Mitte der quadratischen Tafel, und die Kanten dieser Vertiefung sind entweder parallel mit dem quadratischen Umkreis oder mit dessen Diagonalen. In jenem Falle sind die Ecken der Vertiefungen zugespitzt in den Richtungen der Diagonalen, wodurch eine Teilung der Würfelfläche in vier Felder nach den Diagonalen entsteht. Bei gekr. Nicols zeigen sie sich stark doppelbrechend. Ein Dünnschliff gewöhnlicher Dicke (nicht mehr als 0,02 mm.) giebt die Polarisationfarben des Kalkspaths. Sie sind lamellarpolarisirend,

und die Lamellirung ist äusserst feingeteilt. Dies nebst der verschiedenen optischen Orientirung macht, dass die Schnitte bei gekr. Nicols nimmer ganz dunkel erscheinen. Einige haben in allen Lagen dieselbe Lichtintensität. Bei der Minderzahl ist dagegen die Auslöschung einigermassen vollständig und verläuft dann fast parallel mit den Hexaëderkanten, in welchem Falle eine irreguläre optische Feldteilung nach den Diagonalen der Würfel- fläche sich merklich macht, oder die Auslöschung verläuft nach den Diagonalen. Im letzten Falle bemerkt man eine feine Lamellirung, den Hexaëder- kanten parallel geordnet, wo zwei naheliegende Individuen die grössere optische Elasticität parallel mit je ihrer Diagonale der Würfel- fläche haben.

Im ersten Fall, wo die Feldteilung nach den Diagonalen deutlich ist, ist auch die Auslöschung mehr einheitlich, und die *kleinere* optische Elasticität parallel mit den Kanten des Würfels.

In Folge der lebhaften Lamellirung konnten in konvergent polari- sitem Licht keine Interferenzbilder beobachtet werden.

Einmal erschien jedoch ein Balken parallel mit der Kante der Würfel- fläche in einem mehr als gewöhnlich dünnen Schnitte. Alle Würfel- flächen sind ähnlich, und keine isotropen oder schwach doppelbrechenden Stellen waren bemerklich.

Das specif. Gewicht wurde in Benzol bestimmt, wobei 0,4019 gr. des feinsten Kristallpulvers einen Gewichtsverlust von 0,0784 gr. gaben. Das specif. Gewicht des Benzols bei 17° C. betrug 0,8404, *das specif. Ge- wicht* folglich 4.512.

Ebenso ergaben 1.4089 gr. eines gröberen Materials den Gewichts- verlust 0.2717 bei 18°, was ein *specif. Gewicht* von 4.559 ergibt.

Für die Analyse wurde das pulverisirte Salz mit saurem Ammo- niumsulphat erhitzt, welches aber nur unvollständig zersetzend einwirkte. Die gewonnene Niobsäure gab nämlich nach Auflösung in Fluorwasserstoffsäure einen Rückstand von unzersetztem Material. Kaliumbisulphat löste diesen Rückstand vollkommen.

0.6864 gr. Natriumniobat gaben 0.5534 gr. Niobsäure, was 80.62 % entspricht.

Das Filtrat nach Auflösung der Ammoniumsulphatschmelze und Fällung derselben mit Ammoniak enthielt 0.2312 gr. Natriumsulphat, 14.71 % Natron entsprechend.

Gefunden:			Berechnet für:	
Na ₂ O	14.71 %	} 18.63 Summe gewogen 84.54 %	Na O Nb O ₂	
Verlust	3.92 %		18.79 %	
Nb ₂ O ₆	80.62 %		81.21 %	
Summe	99.25 %		Summe	100.00 %

Bei qualitativer Probe konnte während des Lösens der Substanz kein Fluor beobachtet werden.

Die Darstellung dieses Niobats war mit der verwendeten Methode ein überaus leichter Vorgang, und es scheint ausser Zweifel gestellt, dass es auf diese Weise gelingen wird, Metaniobate auch aus anderen Alkalimetallen darzustellen.

Es blieb mir aber leider keine Zeit übrig, diese gewiss sehr interessanten Synthesen zu bewerkstelligen.

$2\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5$. Die Darstellung des Natriumpyroniobats wurde nach derselben Methode versucht. 4,94 gr. Nb_2O_5 + 3,88 gr. Na_2CO_3 + 1,6 gr. NaFl wurden bei höchster Temperatur zum Schmelzen gebracht, und die Schmelze wurde im *L. F.*-ofen zur Abkühlung gelassen. Resultat auch hier Würfel und hexaëdrische Wachstumsformen, aber auch Nadeln und unbestimmte Aggregate. Diese Produkte wurden aber von dem Wasser zersetzt und waren also ganz anderer Art als das Metaniobat.

Sie wurden keiner näheren Untersuchung unterworfen.

Natriumsalze von Titansäure. $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{TiO}_2$. Eine Mischung von 4,94 gr. Titansäure, 5,94 gr. Soda und 5 gr. Fluornatrium schmilzt leicht im Gebläseofen. Nach ungestörter Abkühlung ergab sie eine undeutlich krystallinische Schmelze, welche durch Wasser zersetzt wurde.

Bei Anwendung von nur der Hälfte dieser Sodamenge erhielt ich auch eine sehr leicht schmelzbare Masse, welche nach der Abkühlung aus langen, weissen Nadeln mit sehr starker Lichtbrechungsfähigkeit bestand, die radialstrahlig in einer weissen, körnigen Zwischenmasse von Fluornatrium geordnet waren. Bei langsamer Abkühlung (verminderter Zufuhr von Gas und Gebläse) wurde das Resultat dasselbe, die Nadeln wurden aber kleiner. Die Zwischenmasse wurde mit Wasser und Salzsäure, worin die Nadeln unlöslich sind, ausgezogen. Der Rest bestand ausschliesslich aus Nadeln, die 2 bis 3 mm. lange und 0,2 mm. breite Prismen waren, von 8 Flächen begrenzt, bisweilen recht gut entwickelt und glänzend. Die Prismen sind in der Regel von einer Pinakoidfläche quer abgestumpft. Die Prismenflächen liefern aber nur ausnahmsweise gute Goniometersignale. Sie sind gewöhnlich der Streifungen der Flächen zufolge verzerrt. Die Parallelität zwischen den gegenüberliegenden Flächen ist auch eine unvollständige. Wahrscheinlich haben sich durch das schnelle Erstarren solche Wachstumserscheinungen, wie sie VOGT (72) betreffs der krystallisierten Substanzen der Schlacken erörtert, auch hier geltend gemacht, so dass die vorhandenen Prismaflächen durch ein ungleich schnelles Wachstum der verschiedenen Kanten eine mehr oder weniger abweichende Lage von den wirklichen Flächen eingenommen haben und auch dadurch gestreift worden sind. Eins der Prismen ergab die folgenden Winkelwerthe:

$$\begin{array}{rcl}
 (100) & \left. \begin{array}{l} 39^{\circ} 7' \\ 48^{\circ} 41' \\ 52^{\circ} 32' \end{array} \right\} & 87^{\circ} 48' \\
 (10\bar{1}) & & \\
 (00\bar{1}) & & \\
 (\bar{1}0\bar{1}) & \left. \begin{array}{l} 78^{\circ} 21' \\ 49^{\circ} 27' \\ 52^{\circ} 7' \end{array} \right\} & \\
 (\bar{1}00) & & \\
 (\bar{1}01) & & \\
 (001) & & \\
 (101) & \left. \begin{array}{l} 39^{\circ} 45' \end{array} \right\} & \\
 (100) & &
 \end{array}$$

$$\text{Folglich: } \beta = 87^{\circ} 48' \quad a : c = 1.2346$$

Die unterstrichenen Flächen ergaben die besten Bilder. Die Flächeneinteilung entspricht sehr nahe einem rhombischen Prisma, stimmt aber besser zu der Annahme eines monosymmetrischen Ortodomas. Wenn die Flächen auf die angeführte Weise bezeichnet werden, wird $\beta = 87^{\circ} 48'$, und vom Mittelwert $52^{\circ} 19'$ der Winkel $52^{\circ} 7'$ und $52^{\circ} 32'$, erhält man $a : c = 1.2346$.

Unter dem Polarisationsmikroskop erscheinen die Nadeln sehr stark doppelbrechend, etwa wie die des Zirkons. Sie haben eine parallele Auslöschung, und die Längsrichtung ist immer die *grösste* optische Elasticität. Die Ebene der optischen Axen muss folglich parallel mit der Prismarichtung sein. Die Beobachtungen in konvergent polarisiertem Licht lassen sich indessen nur schwer deuten, und irgend eine Observation über die Lage der Axenebene war nicht zu gewinnen. Der Winkel der optischen Axen ist indessen gross.

Das specif. Gew. wurde teils an feinerem, teils an gröberem Material der Krystallmasse bestimmt. 0.4791 gr. feiner Nadeln ergaben in Benzol bei 18° C. einen Gewichtsverlust von 0.1201 gr. Specif. Gew. des Benzols = 0.8793. Specif. Gew. der Nadeln mithin 3.5077.

0.2963 gr. des gröberen Pulvers gaben bei 18° C. den Gewichtsverlust 0.0746 gr., das specif. Gew. des Benzols 0.8793. Das specif. Gew. der Substanz also = 3.4925.

Nach Feinpulverisirung zersetzte sich das Titanat vollkommen in kochender concentrirter Schwefelsäure

			Berechnet für
			$\text{Na}_2\text{O} \cdot 3 \text{TiO}_2$
0.4443 gr. gaben:			
0.3462 gr. TiO_2	80.17 % TiO_2		79.87
0.1975 gr. Na_2SO_4	19.42 % Na_2O		20.13
	99.59		100.00

Mithin ist aus der Schmelze $\text{Na}_2\text{O} + 2 \text{TiO}_2$ nicht ein Salz von derselben Zusammensetzung hervorgegangen, sondern $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3 \text{TiO}_2$. Zur Darstellung dieses Salzes konnte auch Rutil nach Pulverisirung verwandt

werden. Eine Mischung von 26.55 gr. Rutil, 17.16 gr. Natriumkarbonat und 10 gr. Fluornatrium schmolz beim Weissglühen sehr leicht und erzeugte beim Erstarren gleichartige, im Verhältniss zu den vorigen jedoch etwas strohgelb gefärbte Krystalle.

Eine spezifische Gewichtsbestimmung dieser Krystalle in Benzol von sp. Gew. 0.8804 bei 17° C. ergab für 1.6185 gr. einen Gewichtsverlust von 0.4163, was einem spezifischen Gewicht von 3.423 entspricht.

Die grosse Schmelze wurde pulverisirt und darnach mit Wasser das Fluornatrium ausgezogen, worauf die Masse von Neuem einer hohen Temperatur ausgesetzt wurde. Schon bei heller Rotglut war sie vollständig flüssig. Bei ungestörter Abkühlung krystallisirte die Schmelze vollständig holokrystallinisch in grünlich braunen, sehr tief gefärbten, breiten und grossen Nadeln. Die strohgelbe Farbe war somit, nachdem das Fluornatrium entfernt worden war, durch eine bedeutend kräftigere Färbung ersetzt worden. Unter dem Mikroskop wurde eine Masse schwarzer Ausscheidungen in Gestalt von parallelepipedischen Stücken in den Nadeln, deren Farbe übrigens dilut erschien, beobachtet. Um die Krystallisationsfähigkeit der Schmelze beim Erstarren zu prüfen, wurde sie noch einmal in den Ofen gesetzt, bis sie wieder flüssig wurde, und dann schnell herausgenommen. Während der Abkühlung vollzog sich die Krystallisation schnell, indem von den Seiten der Schale breite Nadeln nach der Mitte zu hinauswuchsen, bis sie zusammenstiessen.

Diese Krystallisation bestand aus bedeutend gröberen Individuen, Länge bis zu 15—20 mm., Breite 2—3 mm., hatte aber im Übrigen dasselbe Aussehen und dieselbe Farbe, wie die eben beschriebene.

Eine spezifische Gewichtsbestimmung in Benzol von sp. Gew. 0.8804 bei 17° C. von 0.1961 gr. ergab einen Gewichtsverlust von 0.0515, was einem spezifischen Gewicht von 3.352 entspricht.

Die Flächen dieser Krystalle leiden an denselben Mängeln, wie die oben beschriebenen. Die Messungen der prismatischen Zone entsprechen auch einem monosymmetrischen Ortodoma, die Winkel sind jedoch andere. Es wurden mehrere Prismen gemessen, und sie ergaben ziemlich übereinstimmende Werthe.

					Durchschnitt
(001)	45° 27' — 45° 2'	—	45° 57' — 45° 29'	80° 56'	
(101)	35° 24' — 35° 45'	—	35° 12' — 35° 27'		
(100)	41° 17' — 41° 42' — 42° 48'	}	96° 45' — 41° 56'	82° 53'	
(10 $\bar{1}$)	57° 44' — —		53° 54' }		(54—58)
(00 $\bar{1}$)	}81° 28'	138° 21'	45° 34' 48° 35' — 47° 5'	98° 49'	
($\bar{1}$ 0 $\bar{1}$)			35° 36' 34° 59' — 35° 48'		
($\bar{1}$ 00)	42° 35' 42° 49' — 44° 44'	43° 25' — 43° 13'	}		
($\bar{1}$ 01)	56° 22' 56° 11' — 54° 43'	55° 10' — 55° 36'			
(001)					

Hiernach wird β im Durchschnitt 81° 54' und $c : a = 1.2411$.

Dies ohne Flussmittel dargestellte Natriumtitanat hat somit im Vergleich zu dem kurz vorher beschriebenen bedeutend schiefere Winkel in der Prismazone.

Dünnschliffe der Schmelze bieten unter dem Polarisationsmikroskop matt grüngelbe Nadeln und zwischen diesen schwarze, undurchsichtige Körner dar. Die Nadeln haben eine sehr starke Doppelbrechung. Erst die dünnsten Schnitte geben Farben. Die Auslöschung ist parallel mit der Längsrichtung, welche, wie vorher, die *grösste* optische Elasticität ist. Die Fläche der optischen Axen ist parallel mit der Längsrichtung. In Dünnschliffen, senkrecht gegen die prismatische Zone geschnitten, tritt auch eine prismatische Spaltbarkeit ganz deutlich hervor. Mit dieser parallel geht die Auslöschung. Die Doppelbrechung ist auch in diesen Schnitten eine sehr starke.

Analysen der Krystalle dieser Schmelze sind nicht ausgeführt. Die Übereinstimmung in optischer Beziehung mit den vorher beschriebenen Salzen $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3 \text{TiO}_2$, sowie die krystallographische Ähnlichkeit, ist so gross, dass auch die chemische Zusammensetzung eine übereinstimmende sein dürfte. Vermutlich wird Na_2O teilweise durch FeO ersetzt.

Beziehungen zwischen $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3 \text{TiO}_2$ und CaTiO_3 (Perowskit).

Die Darstellung von Natriumtitanat hatte den Zweck zu untersuchen, ob dieses als mimetisch regulär aufträte. Man konnte nämlich erwarten, dass, da NaONbO_2 sowie einige Niobate von zwei- und dreiwertigen Metallen mimetisch regulär ist, es auch ein mimetisches Natriumtitanat, mit Perowskit optisch übereinstimmend, geben sollte.

Die Möglichkeit war auch vorhanden, dass man ein rhombisches oder monosymmetrisches Natriumsalz erhalten könnte, das sich in seinen Winkelwerthen den Winkeln eines regulären Krystalls näherte, also ein rhombisches oder monosymmetrisches Natriumsalz, mit den lamellären Krystallen des Perowskites isomorph. In wie weit das Salz $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3 \text{TiO}_2$ diese Bedingungen erfüllt, lässt sich nicht mit Bestimmtheit entscheiden. Die gemessene Zone enthält Winkel von ungefähr 55° , die dem Winkel $54^\circ 44'$ zwischen den Würfel- und Oktaëderflächen entsprechen könnten, ebenso wie der Winkel $43^\circ 13' - 41^\circ 56'$ sein Gegenstück in derselben regulären Zone (110), in dem Winkel zwischen Würfel und Isokositetraëder (322), der $43^\circ 19'$ ist, hat. Die Lage der optischen Axen und die Grösse ihres Winkels stimmen mit denen des rhombischen Perowskitindividuum überein, dieses ist aber in den mimetischen Krystallen häufig stengelig nach den vierzähligen Symmetrieaxen senkrecht gegen die Ebene der optischen Axen und nicht, wie bei dem Natriumtitanat, *in* derselben Ebene stengelig.

Die Verschiedenheit der chemischen Formeln zwischen diesem Natriumtitanat und dem Perowskit steht der Möglichkeit einer Isomorphie der beiden Salze nicht entgegen. Innerhalb der Gruppe der Niobate ist die Verschiedenheit der chemischen Formeln bei krystallographisch gleichartigen

Verbindungen häufig sehr gross, und der von BOURGEOIS (60) dargestellte Barium- und Strontiumperowskit, der mimetisch regulär krystallisiert, hat die Formeln



Eine solche Zusammenstellung von Perowskit und Natriumtitanat $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3 \text{TiO}_2$ ruht aber doch auf allzu unsicheren Gründen, als dass man sie als festgestellt betrachten könnte. Ich habe das Gebiet bis jetzt nur ganz flüchtig rekognosziert und hoffe, späterhin darauf zurückzukommen. In diesem Zusammenhange dürfte es indessen vielleicht von Interesse sein, das Resultat einiger Versuche, die Substanzen CaO TiO_2 und $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3 \text{TiO}_2$ zusammenzuschmelzen, anzuführen.

Für sich allein ist die Mischung $\text{CaO} + \text{TiO}_2$ äusserst schwer schmelzbar. Auch mit einem Zusatz von halb so viel Fluornatrium schmilzt die Mischung weder in einem Gebläseofen, noch in einem Porcellanofen. Nach SPEZIA (63) gehört auch der Perowskit zu den am schwersten schmelzbaren Mineralien. In der Schmelze $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3 \text{TiO}_2$ löst sich indessen bei heller Rotglut Pulver von der Zusammensetzung des Perowskits mit Leichtigkeit zu einer flüssigen Opalescentmasse, die, nach ungestörter Abkühlung, gleich dem Natriumtitanat, zu einem Filz von Kristallnadeln erstarrt.

Diese Nadeln gleichen denen des Natriumtitanats. Sie haben dieselbe optische Orientierung wie jene, scheinen aber eine grössere Lichtbrechungsfähigkeit, erhöhtes specifisches Gewicht und wahrscheinlich einen erhöhten Schmelzpunkt mit zunehmendem Gehalt an Calciumtitanat zu haben.

Die kalkhaltigen Krystalle haben ausserdem eine weniger ausgeprägte Nadelform als das Natriumtitanat.

Folgende Bestimmungen des specifischen Gewichtes sind ausgeführt worden:

1) An Nadeln, die nach der Synthese enthalten:

83.5 % $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3 \text{TiO}_2$

16.5 » CaO TiO_2 .

0.8545 gr. ergaben in Benzol mit einem spec. Gewicht von 0.8793 bei 18° C. einen Gewichtsverlust von 0.2153, was einem spec. Gew. 3.490 entspricht.

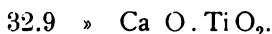
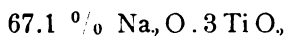
2) An Nadeln, nach der Synthese enthaltend:

74.5 % $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3 \text{TiO}_2$

25.5 » CaO TiO_2 .

0.4098 gr. ergaben in Benzol mit einem spec. Gew. von 0.8782 bei 19° C. einen Gewichtsverlust von 0.1027, einem spec. Gew. von 3.504 entsprechend.

3) An Nadeln, nach der Synthese enthaltend:



0.7587 gr. ergaben in Benzol mit einem spec. Gew. von 0.8782 bei 19° C. einen Gewichtsverlust von 0.1897 gr., einem spec. Gew. von 3.512 entsprechend.

Es liegt somit hier folgende Serie spezifischer Gewichte von Mischungskristallen aus $\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2$ und $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3 \text{ TiO}_2$ vor:

1)	$\text{Na}_2\text{O} \cdot 3 \text{ TiO}_2$ (eisenhaltig)	.....	sp. Gew.	3.352
2)	»	+ 16.6 % $\text{CaO} \cdot \text{TiO}_2$	»	3.490
3)	»	+ 25.5 %	»	3.504
4)	»	+ 32.9 %	»	3.512
5)	Perowskit (<i>Zermatt</i>) (24)	100.0 %	»	3.974

In Ermangelung eines genügend reinen Materials konnte ich keine Schmelzen mit grösserem Gehalt von Calciumtitanat darstellen, ich hoffe indessen, auf diesen Gegenstand zurückkommen zu können, um die Zusammensetzung der Mischungskristalle und den Grad der Löslichkeit der Perowskitsubstanz analytisch zu untersuchen und somit möglicherweise die Frage zu lösen, ob der Perowskit mit dem Natriumtitanat $\text{Na}_2\text{O} \cdot 3 \text{ TiO}_2$ isomorph sei.

Nadelförmiges Natriumtitanat aus einer Perowskitschmelze. Bei Versuchen, Perowskit durch Verschmelzung von Kalk, Titansäure mit Fluornatrium künstlich nachzuahmen, erhielt ich, in einer übrigens amorphen Schmelze, rutilähnliche Nadeln, die optisch und krystallographisch mit dem beschriebenen Natriumtitanat übereinstimmten und Na und Ti enthielten.

Darstellung von Perowskit.

Die Versuche, die gemacht wurden, um durch Fluornatrium als Flussmittel Kalk und Titansäure bei hoher Temperatur zu verschmelzen, haben nicht zur Gewinnung von Perowskit geführt. In einem der Versuche hatten sich gleichwohl an der Oberfläche der übrigens ungeschmolzenen Masse einige nierenförmige, krystallinische Aggregate gebildet, die im Dünnschliffe eine an den Perowskit erinnernde lebhafte Doppelbrechung und Lamellierung zeigten.

Dagegen habe ich durch Niederschlag mit Calciumkarbonat von einer Lösung von Titansäure in glutflüssigem Natriumkarbonat hübsche mikroskopische Perowskitkristalle erhalten.

Man führt den Versuch am besten auf die Weise aus, dass geschmolzenes Natriumkarbonat in einem Tiegel mit Calciumkarbonat gesät-

tigt wird, das in einer Quantität von ungefähr $\frac{1}{3}$ des Gewichtes der geschmolzenen Soda darin zu einer klaren, leichtflüssigen Schmelze gelöst wird. Diese wird dann mit der ebenfalls glutflüssigen Titansäureschmelze zusammengegossen. Zur Bereitung der beiden Sodaschmelzen genügt ein Erhitzen über dem Bunsenbrenner.

Bei dem Zusammenschlagen entsteht sofort eine Trübung und an dem Boden des Tiegels setzt sich ein Niederschlag ab.

Die Erhitzung wird 5—10 Minuten fortgesetzt, worauf man die Schmelze abkühlen lässt. Nach Auflösung der Soda mit Wasser bleibt ein glänzendes, braunes Pulver aus kleinen Krystallen zurück.

Unter dem Mikroskop zeigt sich das Krystallpulver aus 0.05—0.07 mm. grossen, gut ausgebildeten Würfeln, mitunter mit Abstumpfungen von Oktaedern bestehend (Tafel I. Fig. 4).

Seltener sind oktaëdrische Krystalle mit dem Würfel als untergeordnete Fläche. Daneben kommen, jedoch sehr selten, nadel- oder stabförmig in drei gegen einander senkrechten Richtungen ausgebildete reguläre Wachstumsformen vor. Die Farbe dieser Krystalle ist sehr verschiedenartig. Die Mehrzahl ist kräftig braunfarbig, andere sind hellbraun, und daneben kommen auch mehr oder weniger farblose Krystalle in grosser Anzahl vor.

Bei gekreuzten Nicols zeigen die Krystalle eine lebhafte Doppelbrechung und eine hiermit zusammenhängende feine Gitterstruktur, parallel mit den Hexaëderkanten und eine Felderteilung der Flächen der würfelförmigen Krystalle nach den Diagonalen. Häufig wird dann auch, wie beim Natriumniobat das Centrum der Würfelfläche von einem vierseitigen Hohl-

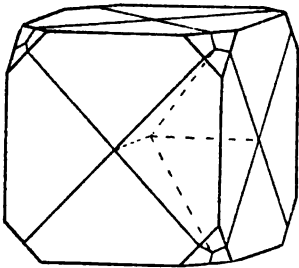


Fig. 15.

Perowskitkrystall, zwillingsartig von 12 Individuen aufgebaut.

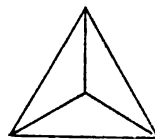


Fig. 16.
Typus I.

raum eingenommen, dessen Seiten mit den Kanten des Hexaëders parallel sind.

Auf der Oktaëderfläche geht die Felderteilung nach den Oktaëderkanten und den Bisektrisen zu den Winkeln der Oktaëderfläche, also nach Typus I, und der Krystallkomplex kann als aus 12 Krystallindividuen niedrigerer Symmetrie zwillingsartig aufgebaut aufgefasst werden.

In Uebereinstimmung mit KOKSCHAROW's, DESCLOIZEAUX' und BAUMHAUER's Vorschlag für den natürlichen Perowskit sollte hier jedes Individuum als von zwei Prismaflächen mit 90° Prismawinkel (den früheren Hexaëderflächen) samt 4 Verwachsungsflächen, (den Rhombendodekaäderebenen der regulären Form und der Grundpyramide der niedriger symmetrischen entsprechend) sowie von zwei der regulären Form angehörenden (für die Zwillingeindividuen als Domaflächen (201) aufzufassenden) Oktaëderabstumpfung begrenzt betrachtet werden. Das Axenverhältnis wäre dann für die Zwillingeindividuen $1:1:0.70711$ in Uebereinstimmung mit BAUMHAUER's Berechnung für die angenommene Zwillingebildung bei den Mineralien Boracit (51) und Perowskit (52).

Die Auslöschung ist parallel mit den Kanten des Hexaëders, und diese Richtungen repräsentiren auch die *kleinere* optische Elasticität.

Die Polarisationsfarben sind niedrig, weiss und blaugrau von der ersten Ordnung, und die Doppelbrechung somit schwach. Hierbei ist jedoch in Betracht zu ziehen, dass die beobachtete Doppelbrechung der Resultant der Einwirkung einer grossen Menge mit verschiedener Orientirung übereinander gelagerter Krystallelemente auf das polarisirte Licht ist.

In 45° Stellung zu den Nicols sind die Krystalle am hellsten, dann ist aber eine Gitterstruktur von feinen, dunklen Bändern in die sonst homogen helle Krystallsubstanz hineingesenkt bemerkbar.

Abweichungen von diesem allgemeinen Verhältnis, das insbesondere die schwächer gefärbten Krystalle charakterisirt, kommen nicht selten vor.

Die am tiefsten braungefärbten Krystalle erscheinen oft optisch homogen, sehr schwach doppelbrechend, mit der Auslöschung den Kanten des Hexaëders parallel.

Zwillingeartige Verwachsungen von drei gegen einander senkrechten, stäbchenförmig ausgezogenen Würfeln, die überdies dieselben optischen Anomalien zeigen, wie die einfachen, kommen nicht selten vor. Ebenso ist es nicht selten, in der Krystallmasse oktaëdrische Wachstumsformen zu finden, die auch als Zwillingebildungen dreier gegen einander senkrechten, von Pyramidenflächen zugespitzten und von der Basis abgestumpften prismatischen

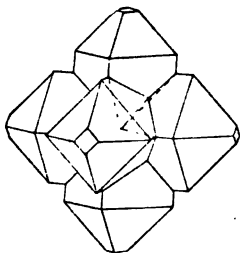


Fig. 17.

Ein oktaëdrischer Perowskitkrystall, zwillingeartig aus 6 prismatischen Individuen zusammengesetzt.

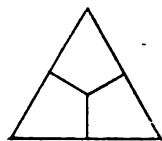


Fig. 18.

Typus II.

(somit nach den Zwillingengesetzen: Zwillingeflächen die Domen (011), (101) gebildeten Krystalle aufgefasst werden könnten.

Dies führt auch zu derselben Flächenbezeichnung und demselben Axenverhältniss wie bei den kubischen Krystallen. Ein jedes dieser drei einfachen Individuen ist indessen selbst lamellarpolarisierend, ebenso wie die Perowskitsubstanz im Allgemeinen. Mehrere derartige Zwischenstadien von oktaëdrischen Wachthumsformen und Durchkreuzungszwillingen sind beobachtet worden. In dem am besten entwickelten Falle lag ein von kleinen Hexaëderflächen abgestumpftes Oktaëder vor, das anomal doppelbrechend mit Gitterstruktur war und daneben Felderteilung an den Oktaëderflächen nach den Oktaëderkanten und ihren Normalen, also nach Typus II (Fig. 18) zeigte.

Wird ein solcher Krystall als ein Durchkreuzungszwilling aufgefasst, so ist er also aus drei einfachen Individuen zusammengesetzt.

Ein gesteigertes Interesse erhält diese Ungleichheit der Felderteilung auf Oktaëderflächen kubischer und oktaëdrischer künstlicher Perowskitkrystalle beim Vergleich mit dem vollständig analogen Unterschied, den MACK (58) in der Verteilung von Elektrizität auf kubischen und oktaëdrischen Krystallen von Boracit nachgewiesen hat.

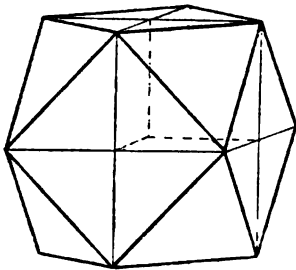


Fig. 19.

Perowskitkrystall, aus 8 von den Hauptsymmetrieebenen begrenzten Einzelindividuen zusammengesetzt.

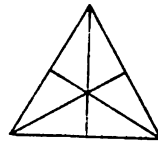


Fig. 20.
Typus III.

Aber noch einen *dritten Typus* von Felderteilung zeigen solche seltene Krystalle, bei welchen Hexaëder und Oktaëder ungefähr gleich kräftig entwickelt sind. Die Zwillingsgrenzen verlaufen hier auf den Hexaëderflächen den kristallographischen Axen parallel und sind auf den Oktaëderflächen nicht sichtbar. Die Auslöschung auf einer Würfelfläche ist parallel den Diagonalen der Würfelfläche (die zweizähligen Symmetrieachsen) und die Kombinationskanten der Oktaëderfläche ist kleinere optische Elasticität. Der Krystall wird aus 8 einfachen Individuen aufgebaut, welche somit nach den regulären Axenebenen an einander grenzen. Aus der Auffassung der Würfelflächen als Prismen und Basis der Zwillingsindividuen und der Oktaëderfläche als ein Doma (201) folgt natürlich eben hier das Axenverhältnis $1 : 1 : 0.70711$.

In Folge der Seltenheit der Krystalle ist es mir nicht gelungen, die optische Orientierung zu bestimmen und ebenso wenig, ob die Erscheinungen an anderen Flächen desselben Krystalles dieselben sind.

Zuweilen zeigen die Krystalle Felderteilung nach sowohl Typus I wie Typus II an den Oktaëderflächen, welche hierdurch in 6 Felder eingeteilt werden. (Typus III.)

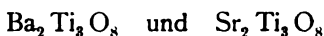
Aus diesen Verhältnissen geht hervor, dass sowohl der künstliche wie der natürliche (vergleiche Seite 191) Perowskit eigentlich in doppeltem Masse optisch anomal ist. Die reguläre Form ist aus 12, 6 oder 8 einfachen Individuen niedrigerer Symmetrie, für welche das Axenverhältnis $1:1:0.70711$ unter Annahme einer rhombischen Form gilt, zusammengefügt. Diese Individuen sind ausserdem ihrerseits optisch anomal und aus einem Gewebe äusserst feiner Krystallstäbchen von ungleicher optischer Orientierung aufgebaut.

Zur Analyse wurden 0.1846 gr. des Krystallpulvers mit Kaliumbisulphat zersetzt, wonach 0.1097 gr. Titansäure und 0.0757 gr. Kalk sowie 0.009 gr. Fe_2O_3 erhalten wurden, entsprechend in Procenten:

		Berechnet für CaO.TiO_2
TiO_2	— 59.43 %	58.86 %
CaO	— 41.01 »	41.14 »
Fe_2O_3	— 0.49 »	—
	<u>100.93</u>	<u>100.00</u>

Infolge der Färbung der Krystalle in rotbraunen und gelben Farbenüancen ist das Eisen (Fe_2O_3) als in fester Lösung in die Krystallsubstanz des Perowskits eingehend angenommen worden in Übereinstimmung mit den von VAN HOFF, LEHMANN, RETGERS, TRAUBE u. a. (83) ausgesprochenen Ansichten.

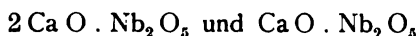
Im Zusammenhang mit der Synthese des Perowskits verdient die Darstellung von Barium- und Strontiumperowskit von BOURGEOIS (28) durch Zusammenschmelzung von Titansäure mit Barium oder Strontiumkarbonat und entsprechenden Kloriden hervorgehoben zu werden. Hierbei wurden mit Perowskit optisch übereinstimmende Produkte, aber von den Formeln



erhalten.

Calciumsalze von Niobsäure.

JOLY (45) hat (1877) die Kalkniobate



dargestellt; das erstere Salz durch Schmelzen von Niobsäure mit Chlorcalcium, das letztere durch Schmelzen von Niobsäure mit Chlorkalium bei Gegenwart von Fluorcalcium oder Chlorcalcium.

AKSEL LARSSON (84) erhielt 1896 dieselben Salze, das *Pyroniobat* durch Schmelzen von in Wasserlösung niedergeschlagenem Kalkniobat mit Chlorcalcium, und das *Metaniobat* durch Schmelzen des Kalkniederschlag mit Borsäure. Nach JOLY ist das *Pyroniobat* ungefärbte, rhombische Prismen mit starkem Glanz, gewöhnlich in Zwillingkrystallen ausgebildet. Sie sind bisweilen tafelförmig nach einer prismatischen Fläche, auf welcher dann beobachtet werden kann, dass die Axenebene parallel der Prismazone und normal zu einer prismatischen Fläche ist.

Das *Metaniobat* scheint nach JOLY in dünnen rhombischen Tafeln krystallisiert zu sein.

LARSSON erhielt dasselbe als »ein krystallinisches Pulver, teils aus Platten der Längsaxe parallel gestreifter Nadeln, teils aus kleinen, kurzen prismatischen flächenreichen Krystallen bestehend. Die kleinen Krystalle halten unter 1 mm. in der Länge. Die krystallographische Flächenbegrenzung scheint aus Prismen, Pinakoid und Pyramidenflächen zu bestehen. Zwillingbildung nach einer prismatischen Fläche ist bisweilen vorhanden. Hohes Relief und starke Doppelbrechung. Die Längsrichtung ist immer die Richtung der kleinsten optischen Elasticität. Die Krystalle sind optisch zweiachsig. Auf einer breiten Nadel wurde beobachtet, dass ein Bisektrix normal gegen eine Ebene der Prismazone mit starker Dispersion $\varrho < \nu$ auslief. Der Bisektrix ist wahrscheinlich spitz. Die Krystalle sind also optisch negativ. Das Krystallsystem ist wahrscheinlich rhombisch.»

Beim Schmelzen von Niobsäure mit Chlorcalcium habe ich, ausser nadelförmigen Krystallen, Niobat von Calcium, in anomal doppelbrechenden Würfeln und Oktaedern krystallisiert, erhalten. Die Darstellung dieser Krystalle gab indessen niemals genügende und hinreichend reine Mengen für die Analyse.

Es gelang mir auch nicht zu bestimmen, welche Umstände zur Erhaltung dieser anomal doppelbrechenden Substanz die günstigsten seien. Dagegen gab die Tantalsäure bei derselben Behandlung leichter ein Calciumsalz $2\text{CaO} \cdot \text{Ta}_2\text{O}_5$ von vollständig denselben optischen Charakteren, welches deshalb analysiert werden konnte, und es erscheint mir in hohem Grade wahrscheinlich, dass das anomal doppelbrechende Kalkniobat ebenfalls ein Pyrosalz, $2\text{CaO} \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5$, ist.

Eine Schmelze von 20 gr. Chlorcalcium, 1,83 gr. Niobsäure (eisenhaltig), 7 gr. Fluornatrium, die im Gebläseofen erhitzt wurde, gab mikroskopische Krystalle von teils in Säure leichtlöslichen, teils unlöslichen Nadeln, teils gelben isotropen pyrochlorartigen Oktaedern und daneben anomal doppelbrechenden Würfeln. Eine in denselben Proportionen zusammengesetzte grössere Schmelze aber gab nach Erhitzen im Porcellanofen *keine* regulären oder mimetischen Krystalle, sondern nur zweierlei Nadeln:

1) feine, schwach doppelbrechende, von Säuren, ausser Essigsäure, leicht zersetzte Nadeln, Fluor sowie 35,7 % Niobsäure und 53,6 % Kalk enthaltend, also wahrscheinlich ein *Calciumfluoniobat*.

2) millimetergrosse, breite und platte, farblose Nadeln oder Tafeln

(Tafel 2 Fig. 4) mit Krystallflächen in der Prismazone, aber unregelmässig begrenzt an den Enden, sassen an dem Boden und an den Seiten der zur Schmelzung benutzten Platinaschale. Im Gegensatz zu den vorher genannten Nadeln, die die Schmelze gleichförmig ausfüllen, haben diese sich somit vor dem Erstarren der Schmelze gebildet.

Messungen in der Prismazone ergaben unsichere Resultate, aber ein Winkel zwischen der tafelförmigen Fläche und einer prismatischen Kantenfläche variiert zwischen 113° — 115° , wahrscheinlich dem von JOLY gefundenen Werte eines Prismawinkels von Calciumniobat, 112° entsprechend.

Die Krystalltafeln sind ganz schwach doppelbrechend. Die Ebene der optischen Axen ist wie bei JOLY's Salz parallel der Prismazone und steht vertikal zu der tafelförmigen Fläche.

Eine spitze Bisektrise mit *negativem* Charakter läuft senkrecht gegen dieselbe Fläche aus. Der Winkel zwischen den optischen Axen ist recht gross. Die Dispersion stark $\rho < \nu$.

Zur spezifischen Gewichtsbestimmung wurden 0,5027 gr. angewendet, die in Benzol vom spec. Gewicht 0,8804 bei 17° C. einen Gewichtsverlust von 0,0987 gr., einem *Sp. Gew.* von 4,4840 entsprechend, ergaben. Für chemische Analyse wurden 0,3674 gr. mit Ammoniumbisulphat dekomponiert, wonach 0,2643 gr. Niobsäure und 0,1040 gr. Kalk nebst 0,0024 gr. Eisenoxyd erhalten wurden.

	In %	Mol. verh.	Berechnet für $2 \text{ Ca O} \cdot \text{Nb}_2 \text{ O}_5$
$\text{Nb}_2 \text{ O}_5$ —	71.93 %	0.269	70.51
Ca O —	28.31 »	0.509	29.49
Fe O —	0.58 »	0.008	—
	<hr/> 100.82		<hr/> 100.00

Das Eisenoxyd dürfte vielleicht doch nicht mit Fug zum Pyroniobat geführt werden können, da es wahrscheinlicher von den gelbbraunen Flecken herrührt, welche sich auf den sonst farblosen Flächen der Krystalle vorfinden.

Ich habe einige andere Wege versucht, um das mimetische Calciumpyroniobat zu erlangen; Niobsäure wurde in schmelzendem Kaliumbisulphat gelöst, und der Schmelze wasserfreier Gips zugesetzt, wonach das Ganze vorsichtig zur Entfernung der Schwefelsäure erhitzt wurde. Die Masse blähte sich dabei stark auf.

Das Resultat waren nur farblose Krystallblätter, welche keine optischen Anomalien aufwiesen. Die Niobsäure wurde in einer Chlorkalcium-Schmelze gelöst und mit Islandspath gefällt. Nur Nadeln wurden erhalten.

Aus einer Natriumkarbonat-Schmelze wurde aufgelöste Niobsäure auf dieselbe Weise wie das Kalciumtitanat von Kalciumkarbonat gefällt.

Die Fällung besteht aus kubischen und oktaëdrischen Krystallen

von ungefähr 0.02 mm. Grösse mit unebenen und geätzten Flächen und deutlicher Aggregatpolarisation. Die Octaëderflächen zeigen eine Felderteilung nach Typus I (S. 217) und die Kanten der Oktaëder sind mit der kleineren optischen Elasticität parallel.

Hierbei wird demnach auch Niobat mit anomaler Doppelbrechung gebildet. Nach einem Versuch v. H. ROSE (23) und JOLY (a. a. O.) treibt die Niobsäure beim Glühen mit Soda ebenso viel Kohlensäure aus, wie der Bildung des Salzes Na_3NbO_4 entspricht.

Wird die Lösung dieses Salzes in geschmolzenem Natriumkarbonat mit Calciumkarbonat gefällt, könnte man erwarten, $\text{Ca}_32(\text{NbO}_4)$ zu erhalten. Meine Versuche haben indessen gezeigt, dass die ausgefällten mimetischen Krystalle immer in wechselnden Mengen Natrium enthalten. Wenn der Schmelze genügend Kalkspath zugefügt wird, so wird die Niobsäure völlig gefällt.

0.5450 gr. mit verdünnter Salzsäure gereinigtes Material dieses Niobats wurde mit Kaliumbisulphat zersetzt und ergab 0.3352 gr. *Niobsäure* und 0.1900 gr. *Kalk*, in Procenten entsprechend:

$$\begin{array}{rcll} \text{Nb}_2\text{O}_5 & - & 61.47 \% & - 0.229 & = 1 \times 0.229 \\ \text{Ca O} & - & 34.86 & » - 0.624 & \\ \text{Verlust Na}_2\text{O} & - & 3.67 & » - 0.059 & \\ & & \hline & & 100.00 & & 0.683 = 3 \times 0.228 \end{array}$$

Der Verlust in der Analyse kann von nichts anderem als Natron herühren, und die Substanz muss also als ein Ortoniobat von Calcium aufgefasst werden, in welchem ein Teil des Kalkes isomorph von Natron ersetzt wird.

Ein neuer Versuch wurde bei möglichst niedriger Temperatur ausgeführt. Die Niobsäureauflösung in Soda war schwach rotglühend und auf der Oberfläche zähflüssig, als das Kalkspathstück zugesetzt wurde. Dieses war gross genug, um die doppelte Niobsäuremenge als Ortoniobat niederzuschlagen. Nachdem das ganze Stück aufgelöst war, liess man die Schmelzmasse sich abkühlen. Die Karbonatauflösung in Wasser enthielt Niobsäure in recht bedeutender Menge. Der unlösliche Niederschlag wurde mit verdünnter Salzsäure und ein paar Tropfen Flussäure gereinigt, um freie Niobsäure zu entfernen. Recht gut ausgebildete, mikroskopische, anomal doppelbrechende Oktaëder bildeten den Rest, aber auch eine ziemliche Menge weniger deutlich ausgebildeter, weisser Aggregate war vorhanden.

Die Analyse von 0.3268 gr. ergab 0.1949 gr. *Niobsäure* und 0.1146 gr. *Kalk*.

	In procent		Mol. verh.
Nb_2O_5	- 59.64 %	0.223	- 0.223 = 1 × 0.223
Ca O	- 35.07 %	0.628	} - 0.713 = 3 × 0.238
Verlust (Na ₂ O)	- 5.29 %	0.085	
	<u>100.00</u>		

Den geringeren Grad von Homogenität des Materials begleitet also eine weniger gute Übereinstimmung mit der Formel des Ortoniobats. Es geht indessen aus diesen Versuchen hervor, dass auch *Niobate der Ortoformel in regulärer Krystallform mit anomal optischer Doppelbrechung vorkommen.*

Calciumsalz aus Tantalsäure. (Tafel 2 Fig. 2).

JOLY (45) stellte die Salze $2\text{CaO} \cdot \text{Ta}_2\text{O}_5$ und $\text{CaO} \cdot \text{Ta}_2\text{O}_5$ her durch Schmelzen der Tantalsäure mit Chlorcalcium bei hoher Temperatur.

Das Pyrosalz krystallisierte als *rhombische Prismen.*

Beim Schmelzen der Tantalsäure mit Chlorcalcium im Ofen erhielt ich ein krystallinisches Pulver, welches zum grössten Teil aus anomal doppelbrechenden Würfeln bestand und in geringerer Menge auch aus nadelförmigen Krystallen. Die regelmässigen mikroskopischen Krystalle waren besonders schön ausgebildet, vollkommen wasserklar, mit starker Lichtbrechung und von vollendeter Form. Hexaëder und Oktaëder sind oft gleich stark ausgebildet. In gewöhnlichem Lichte beobachtet man auf den Würfelflächen zwei gekreuzte, dunkle Bänder, die mit den krystallographischen Axen parallel sind. Bei gekr. Nicols tritt diese Felderteilung auf den Würfelflächen deutlicher hervor. Wenn die krystallographischen Axen parallel mit dem optischen Hauptschnitt der Nicols sind, erscheint ein schwarzes, scharf markirtes Kreuz, welches die Würfelflächen in vier gleiche Felder teilt. Diese zeigen hellgraublaue Polarisationsfarben. In 45° Stellung löscht die Würfelfläche vollständig aus. In jedem Segment ist die grössere optische Elasticität parallel mit der zum Segment gehörigen Kombinationskante zwischen dem Würfel und dem Oktaëder. Alle Hexaëderflächen von verschiedenen Krystallen zeigen dasselbe Verhältnis: sie sind also aufgebaut wie die letzterwähnten künstlichen Perowskitkrystalle (S. 219). Jedes einfache Individuum verhält sich wie ein Rhomboëder mit 90° Polantenwinkel. Der Komplex ist zusammengesetzt durch Zwillingsbildung nach der Rhomboëderfläche. Die grösste optische Elasticität ist immer mit den Kombinationskanten der Romboëder (Hexaëderfläche) und der Basis (Oktaëderfläche) parallel. Die krystallographische Hauptaxe (Normale der Oktaëderfläche) ist also die *kleinste* optische Elasticität, und die rhomboëdrischen Krystalle sind optisch *positiv* doppelbrechend. Oktaëdrische Krystalle kommen vor. Sie zeigen bei gekr. Nicols nur in der Mitte der Oktaëderfläche Doppelbrechung, kleine, schwach doppelbrechende, sternförmig gruppierte Strahlen. Dieses Verhältnis, das von den unterliegenden doppelbrechenden Zwillingsindividuen herrühren kann, widerspricht nicht der Annahme einer einfachen Lichtbrechung in den Richtungen senkrecht zur Oktaëderfläche.

Für chemische Analyse wurden 0.1557 gr. zersetzt, was 0.1197 gr. Tantalsäure, 0.0322 gr. Kalk und 0.0014 Eisenoxyd ergab.

	In %	Mol. verh.	Berechnet für 2 Ca O, Ta ₂ O ₅
Ta ₂ O ₅ —	76.88	0.173	77.89 %
Ca O —	20.68	0.370	20.11 »
Fe O —	0.81	0.011	—
	<hr/> 98.37		<hr/> 100.00

Die Tantalsäurebestimmung ist bedeutend zu niedrig ausgefallen, was möglicherweise auf Fehlern in der Analyse beruhen kann. Das Verhältnis 3 : 7 oder 4 : 9 zwischen den Basen und der Tantalsäure, welches besser mit dem Resultat der Analyse übereinstimmt, dürfte jedoch nicht wahrscheinlicher sein.

Von den Salzen der Titansäure, der Niobsäure und der Tantalsäure sind folgende also regulär und optisch anomal krystallisiert:

Na Nb O₃ HOLMQUIST (wahrscheinlich auch JOLY's Salz *K Nb O₃* und andere Alkalisalze der Formel *R Nb O₃*).

Ca Ti O₃

Ba₂ Ti₃ O₈ BOURGEOIS.

Sr₂ Ti₃ O₈ BOURGEOIS.

Ca₂ Nb₂ O₇ HOLMQUIST.

Ca₃ Nb₂ O₈ HOLMQUIST.

Ca₂ Ta₂ O₇ HOLMQUIST.

Einige dieser Salzen lassen eine Dimorphie erkennen:

Ca Ti O₃ Aus Schmelzfluss zusammen mit *Na₂ O . 3 Ti O₂* als monosymmetrische (?) Nadeln krystallisierend.

Ca₂ Nb₂ O₇ Auch in rhombischen Krystallen, von JOLY, LARSSON und mir hergestellt.

Ca₂ Ta₂ O₇ Auch rhombisch krystallisiert, von JOLY hergestellt.

Für die Chemie und Krystallographie der Perowskit- und Pyrochlormineralien sind ein paar andere von JOLY und LARSSON hergestellte Niobate von Gewicht und Interesse:

Yttriumortoniobat *Y Nb O₄*

erhielt JOLY durch Schmelzen von Niobsäure mit Yttriumchlorid und Chloralkalium bei weissem Rotglühen. Es besteht nach JOLY aus »une poudre blanche, cristalline, composée de petits octaèdres, qui, d'après l'examen au microscope, dans la lumière polarisée, parallèle, n'appartiennent pas au système cubique».

Hieraus geht jedoch nicht hervor, ob die Doppelbrechung, welche JOLY beobachtet zu haben scheint, einheitlich oder anomal verlief. JOLY selbst meint, dass das Salz mit dem tetragonalen Mineral Fergusonit (*Y, Er, Ce*) (*Nb, Ta*) *O₄* zusammenzustellen sei. Die Möglichkeit einer krystallographischen Übereinstimmung mit dem Ortoniobat *Ca₃ Nb₂ O₈* scheint mir indessen nicht ausgeschlossen.

Das von LARSSON hergestellte Niobat von derselben Zusammensetzung bestand aus Krystallen von so unbedeutender Grösse, dass sie keine krystallographischen Bestimmungen zulassen. Von LARSSON ist auch das Metasalz $Y_2O_3 \cdot 3Nb_2O_5$ dargestellt. Es krystallisiert in feinen, wahrscheinlich rhombischen Nadeln.

Thoriumniobat $5Th \cdot O_2 \cdot 16Nb_2O_5$

(Tafel I: 6.)

Dieses interessante Salz wurde von A. LARSSON (a. a. O.) dadurch hergestellt, dass er niedergeschlagenes Thornibat mit Borsäure schmelzte. Unter dem Mikroskop erwies es sich als aus »prismatischen Nadeln, bestehend die eine grosse Ähnlichkeit mit dem Calcium-(meta)niobat zeigen, aber häufig von einer gegen die prismatische Zone senkrechten Fläche begrenzt erscheinen. Die Prismazone scheint aus 6 Flächen (vier Prismenflächen und zwei Pinakoiden?) zu bestehen. Zuweilen findet man Zwillinge von zwei Prismen, in einem Winkel von etwa 90° mit einander knieförmig zusammengewachsen. Kleinere isometrische Krystalle von kubischem Aussehen kommen zahlreich vor. Diese sind auch doppelbrechend, aber sie haben keine völlig einheitliche Auslöschung. Mit Hilfe des Quarzkeils kann man deutlich wahrnehmen, dass diese Würfel sogenannte Wendezwillinge sind. Sie stellen sich nämlich als aus vier von den Diagonalen einer Würfelfläche begrenzten Segmenten zusammengesetzt heraus, von denen zwei benachbarte zwillingsartig, aber zwei gegenständige parallel orientiert sind. Die Zwillingsgrenzen kann man bisweilen ohne den Analysator des Mikroskops wahrnehmen. Die Lichtbrechung und Doppelbrechung sind stark. Die Längsrichtung der Nadeln ist die Richtung der kleinsten optischen Elasticität. Senkrecht gegen eine Prismenfläche läuft eine Bisektrise, wenn auch nicht deutlich, aus.» Nach einigen weiteren mikroskopischen Untersuchungen dieses Thoriumniobats LARSSON's, kann ich hinzufügen, dass es optisch zweiaxig mit nicht besonders starker Doppelbrechung ist. Nur Farben erster und zweiter Ordnung werden bei einer Dicke von ungefähr 0,02 mm. bei den Nadeln wahrgenommen. Der Winkel zwischen den zwillingsartig zusammengewachsenen Prismen, unter dem Mikroskop gemessen, ergab 88° im Durchschnitt.

Unter der ganz wahrscheinlichen Annahme, dass diese Krystalle rhombisch sind, kann die Zwillingsfläche entweder ein gegen die Prismazone 45° neigendes Doma sein, oder eine Pyramidenfläche mit derselben Neigung gegen diese Zone.

Wird die Zwillingsfläche als ein Doma aufgefasst, sind zwei Axen bestimmt und $a : c$ fast gleich. $1 = 1$. (richtiger $1 : 0.942$).

Die jedoch unsichere Beobachtung eines Bisektrisen-Austritts auf einer gegen die Zwillingssebene senkrechten prismatischen Fläche macht diese Annahme wahrscheinlich.

Das Thoriumniobat scheint also die vorher beschriebene Neigung der Niobate zu mimetisch regulärer Krystallform in etwas schwächerem

Grade zu teilen durch das Vorkommen dieser einfachen Zwillinge, welche man als die erste einfache Anlage des mimetischen oder anomal doppelbrechenden regulären Krystallkomplexes ansehen kann.

Wie in LARSSON's Abhandlung erwähnt wird, kommen auch unter den Krystallen des Thoriumniobats kleine Krystalle mit kubischem Aussehen und Doppelbrechung zahlreich vor. Sie sind auch zwillingsartig aus mehreren einfachen Individuen aufgebaut. Auf einer Hexaëderfläche erscheinen zwei oder vier, von den Diagonalen und Kanten der Fläche begrenzt. Möglicherweise sind dieses Krystalle von einem anderen Thoriumniobat. LARSSON's Formel $5\text{ThO}_2 \cdot 16\text{Nb}_2\text{O}_5$, die auf Grund zweier gut übereinstimmenden Analysen aufgestellt wurde, scheint anzugeben, dass das analysirte Krystallpulver nicht homogen sei.

Das *Zirkoniumniobat* $\text{ZrO}_2 \cdot 5\text{Nb}_2\text{O}_5$ ist auch von LARSSON durch Schmelzen von aus Wasserlösung niedergeschlagenem Zirkoniumniobat mit Borsäure hergestellt; auch dieses weist ähnliche Krystalle auf wie das Thoriumniobat. Ich habe versucht, bei hoher Temperatur Zirkoniumoxyd mit Niobsäure und Fluornatrium zusammenzuschmelzen und habe dabei gitterartig zusammengefügte, ziemlich stark doppelbrechende Stäbe mit optischen Anomalien, welche an die bei Perowskisubstanzen gewöhnlich vorkommenden erinnern, erhalten.

Die Fähigkeit der Thorerde, Niobsäuresalze mit den Eigenschaften der Perowskitminerale zu bilden, scheint mir die Frage nach der Rolle der Thorerde bei den Pyrochlor-Mineralien zu bestimmen. Die Pyrochlor-Perowskitminerale haben nämlich dieselben Basen und Säuren. Auch mit Rücksicht auf die basische Natur der Thorerde und ihre Zugehörigkeit in den seltenen Erdarten scheint es richtiger, sie zu den Basen dieser Minerale zu rechnen. Schwerer wird die Entscheidung in Bezug auf die Zirkonerde, welche sich in ihren Eigenschaften weit mehr der Titansäure nähert, aber mit Niobsäure salzartige Verbindungen mit optischen Anomalien, wie die übrigen Basen der Perowskit- und Pyrochlorminerale, bilden kann.

Aus *Ceroxyd* hat LARSSON Niobat herzustellen versucht, ohne andere als nur unbestimmte Produkte erhalten zu können. Ich habe Gelegenheit gehabt, sie mikroskopisch zu untersuchen, und sie scheinen aus stark braungefärbten Aggregaten von Niobsäurenadeln zu bestehen.

Eisenniobat glaubte JOLY beim Zusammenschmelzen von Niobsäure, Eisenfluorür und Chlorkalium erhalten zu haben. Es bestand aus schwarzen faserigen Prismen, mit krystallisirter Niobsäure vermischt. Ähnliche Produkte habe ich beim Schmelzen von eisenhaltiger Niobsäure mit Borsäure erhalten. Möglicherweise spielt der Eisenoxydgehalt hier nur die Rolle des Farbstoffes, wie z. B. der Eisenoxydgehalt in krystallisirter Titansäure, dem natürlichen Rutil, dessen Eisengehalt bis zu 10 % Fe_2O_3 betragen kann.

Bei Zusammenschmelzung von Niobsäure, Eisenfluorür und Manganfluorür erhielt JOLY Krystalle, welche den des Columbites zu gleichen

und in ihrer Zusammensetzung mit Columbit von *Chanteloube* bei Limoges übereinzustimmen schienen.

Glänzende, schwarze Würfel habe ich in kleinen Mengen beim Schmelzen von Niobsäure mit Chlorcalcium und Eisenoxyd erhalten. Sie waren bei vollkommen gleichem Aussehen theils magnetisch, theils nicht-magnetisch. Wahrscheinlich bestanden sie aus eisenreichem Calciumniobat.

Den optisch anomalen, einfachen Natrium- und Calciumsalzen von Titansäure schliesst sich krystallographisch eine Anzahl von mir hergestellter, dysanalytähnlicher Mineralien von komplizirter Zusammensetzung an.

Sie werden im Folgenden im Zusammenhang mit den künstlichen Pyrochlormineralien beschrieben werden, mit welchen zusammen sie aus den Schmelzen krystallisiren.

Synthese von Pyrochlor- und Dysanalytmineralien.

Wie schon erwähnt, erhielt ich in Schmelzen von Chlorcalcium, eisenoxydhaltiger Niobsäure und Fluornatrium pyrochlorähnliche Krystalle und auch anomal doppelbrechende mehr oder weniger dunkel gefärbte Würfel. In einer Bariumquecksilberjodidlösung sinken diese krystallisirten Produkte und können somit vom Flussspath befreit werden, in ihrem Gefolge treten aber die nadelförmigen, gleichzeitig in der Schmelze gebildeten Kalkniobate auf. Die spärlichen Mengen, die von den in Frage stehenden Substanzen bei allen Versuchen erhalten wurden, und die Kleinheit der Krystalle machten die Darstellung eines hinreichenden Analysenmaterials unmöglich, weshalb auch eine chemische Untersuchung nicht stattfinden konnte.

Von den vielen in dem *L. F.* Ofen ausgeführten Versuchen mit dieser Mischung von Chlorcalcium, Niobsäure und Fluornatrium gelang der Versuch am besten, bei welchem die Schmelze in dem Verhältniss 20 gr. Chlorcalcium, 1.83 gr. Niobsäure und 7 gr. Fluornatrium zusammengesetzt war. Ein grösserer Satz dieser Zusammensetzung wurde in einen Porcellanofen gesetzt, in der Hoffnung, dass die lange Erhitzung und die langsame Abkühlung hier die Bildung von Pyrochlor und Dysanalytprodukten begünstigen würden. Das Resultat war jedoch ein gerade entgegengesetztes. Von den erstrebten Krystallen fand sich in der Schmelze keine Spur, dieselbe war dagegen reich an grossen Krystallen des rhombischen Calciumpyroniobates (siehe Seite 222).

Reiner Kalkpyrochlor. Infolge des bei der Analyse von Alnöpyrochloren erhaltenen Resultates, wie sich zeigte, am besten der Relation 2 : 1^{II} zwischen den Basen, reducirt auf die Formel RO , und der Niobsäure entsprach, ging ich bei den Versuchen, einen reinen Kalkpyrochlor darzustellen, von der Annahme aus, dass dieser die Zusammensetzung $2CaO \cdot Nb_2O_5$, Fl, wobei das Natron theilweise den Kalk ersetzte, haben müsse. Eine Mi-

schung von 1 gr. Kalk + 2,4 gr. Niobsäure (eisenhaltig) mit 2 gr. Fluornatrium (das letztgenannte Salz in Überschuss hinzugesetzt, um theilweise als Flussmittel zu dienen), ergab beim Schmelzen in der stärksten Hitze eines Gebläseofens ein überraschend gutes Resultat, eine holokrystallinische Schmelze, die aus isotropen, schwach gelbfarbigen Oktaëdern und mimetisch gebauten Würfeln bestand. Nachdem ich reine Niobsäure erhalten hatte, wurde in einem Platintiegel eine Schmelze aus 11,2 gr. Kalk, 26,74 gr. Niobsäure und 9 gr. Fluornatrium zusammengesetzt. Nachdem die Mischung bis auf den stärksten im Gebläseofen erreichbaren Grad von Weissglut erhitzt worden war, schmolz sie vollständig zu einer leichtfließenden Flüssigkeit. Gas und Gebläse wurden gleichzeitig abgesperrt, und der Ofen konnte mit seinem Inhalt ungestört erkalten. Nach 15 Minuten war die Temperatur unter Rothglut gesunken. Die Masse im Tiegel war fest und zeigte eine brillante, ausschliesslich aus farblosen und stark lichtbrechenden Oktaëdern von bis zu 5 mm. Kantenlänge bestehende Krystallisation. Eine quantitativ zurücktretende Grundmasse schwach lichtbrechender und isotroper Wachstumsformen füllt den Raum zwischen den Oktaëdern teilweise aus.

Ein Teil dieser Schmelze wurde für die Analyse aufgehoben, der Rest in einen Rörstrand'schen Porcellanofen gesetzt und einer langwierigen Erhitzung und langsamen Abkühlung ausgesetzt. Auf das Resultat hiervon werde ich sogleich zurückkommen. Mit der aufgehobenen Quantität wurden krystallographische und chemische Untersuchungen vorgenommen.

Bei der Messung an dem Goniometer zeigten sich die Flächen der Oktaëder zuweilen uneben, die Übereinstimmung mit den Winkeln des regulären Oktaëders war aber doch zufriedenstellend, und ausserdem waren die Krystalle vollständig isotrop.

Trotz der Brüchigkeit des Materials und der merklichen oktaëdrischen Spaltbarkeit gelang es infolge der Geschicklichkeit des Präparators A. R. ANDERSSON doch, einige gute Prismen behufs Bestimmung der Lichtbrechungsfähigkeit der Krystalle darzustellen.

Prisma I mit einem Brechungswinkel von $39^{\circ} 34'$ ergab für Natriumlicht eine Minimideviation von $53^{\circ} 45'$, dem Brechungsindex für gelbes Licht $n_g = 2.148$ entsprechend.

Die Ablenkung für rothes und grünes Licht konnte infolge der Kleinheit des Prismas und der Absorption dieser Lichtsorten nicht bestimmt werden.

Prisma II, dessen brechender Winkel $45^{\circ} 7'$ war, ergab für Natriumlicht eine Minimideviation von $66^{\circ} 3'$, was dem Brechungsindex für gelbes Licht $n_g = 2.150$ entspricht.

Für Talliumflamme wurde die Minimideviation $68^{\circ} 21'$, dem Brechungsindex für grünes Licht $n_{gr} = 2.1795$ entsprechend, beobachtet.

Das spezifische Gewicht der von jeder Einmischung von Fluornatrium und anderen verunreinigenden weissen Massen mit Leichtigkeit befreiten Krystalle wurde auf gewöhnliche Weise erhalten. In Benzol vom

spezifischen Gewicht 0.8777 bei 19,5° C verloren 0.2549 gr. 0.0533 an Gewicht, einem spezifischen Gewichte der Krystalle von 4.196 entsprechend.

Zur chemischen Analyse wurden 0.2595 gr. angewendet, die mit schmelzendem Ammoniumbisulphat dekomponirt wurden.

Zur Fluorbestimmung nach der Methode von FRESenius wurden 0.4726 gr. benutzt, welche 0.0330 gr. SiFl_4 ergaben.

	Gr.	In %.	Mol.verh.
Nb_2O_5	— 0.1893 =	72.95 —	0.272
Ca O	— 0.0410 =	15.80 —	0.281
Na_2O	— 0.0232 =	8.96 —	0.145
Fl_2	=	5.10 —	0.134
		<u>102.87</u>	
$\text{O} = \text{Fl}_2 =$	—	2.15	
		<u>100.66</u>	

Das Molekularverhältniss ist somit nicht das erwartete $\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_7\text{Fl}$, nähert sich aber der einfachen Formel $\text{Na Ca Nb}_2\text{O}_6\text{Fl}$, welche erfordert:

Nb_2O_5	73.18
Ca O	15.30
Na_2O	8.48
Fl_2	5.22
	<u>102.18</u>
$\text{O} = \text{Fl}_2$	2.18
	<u>100.00</u>

Die Übereinstimmung zwischen der Formel $\text{Na Ca Nb}_2\text{O}_6\text{Fl}$ und der Analyse des Kalkpyrochlors ist somit völlig befriedigend.

Von der in der Schmelze vorhandenen Menge Kalk wurde jedoch nur die Hälfte in den bei der Abkühlung auskrystallisirten Kalkpyrochlor aufgenommen. Der Rest der Schmelze, ungefähr 12 % Kalk und 5 % Fluornatrium, hat die Rolle einer stark alkalischen Grundmasse gespielt. Hieraus folgt, dass die Verbindung $\text{Na Ca Nb}_2\text{O}_6\text{Fl}$ gegenüber der chemischen Einwirkung von Kalk und Natron bei hoher Temperatur eine grosse Beständigkeit besitzt. Eine grössere Quantität davon, als die der Formel entsprechende, dürfte unter ähnlichen Umständen nicht in die Pyrochlormolekülen eintreten können.

Die längerer Erhitzung und langsamerer Abkühlung in den Porcellanofen ausgesetzte Hauptmasse derselben Schmelze hatte ein ganz verschiedenes Aussehen. Neben der überwiegenden Menge oktaëdrischer Krystalle von durchschnittlich etwas geringerer Grösse und schwach strohgelbem Farbenton kommen sehr zahlreich seideglänzende, gelbweisse Würfel, zwischen die Oktaëder eingestreut, vor. Sie haben eine Kantenlänge von durchschnittlich 1—2 mm., bei einzelnen Individuen bis zu 4 mm. Die Flächen der Würfel sind feinstreifig parallel den Kanten, und

die Krystalle sind zuweilen mit den Oktaëdern, zuweilen auf eine ähnliche Weise, wie bei den bekannten Durchkreuzungszwillingen von kubischem Flussspath, mit einander zusammengewachsen.

Ein Dünnschliff dieser Schmelze (Tafel 2, Fig. 1) zeigt Schnitte von isotropen, stark lichtbrechenden Oktaëdern und starke Doppelbrechung bei den hexaëdrischen Krystallen, sowie eine schwach lichtbrechende, aus meistens isotropen, skelettartigen, zuweilen schwach doppelbrechenden, undulös löschenden Krystallbildungen (Fluornatrium, Kalk) bestehende Zwischenmasse. Die Krystalle haben hexaëdrische Spaltbarkeit, und die Doppelbrechung ist wie bei dem kubischen Perowskit und dem Natriummethanobit, mit zwillingsartigem Aufbau der Krystalle verbunden. Die Felderteilung verläuft auf der Würfel Fläche nach den Diagonalen und in jedem Feld ist die Würfelkante die Richtung für die kleinere optische Elasticität. Die Mitte eines solch hexaëdrischen Schnittes bildet ein parallel den Würfelkanten begrenztes quadratisches Feld mit schwacher Doppelbrechung und Austritt eines einaxigen optischen Axenbildes mit *negativem* Charakter. Dieselbe Erscheinung zeigen kleine Spaltenblätter. Die starke Doppelbrechung, die ungefähr der des Kalkspathes entspricht, und die beschriebene Felderteilung treten erst im Schnitt der Krystalle hervor, und die quadratische isotrope Mittelpartie nimmt an Grösse ab, je näher der Schnitt das Centrum des Krystalles trifft.

Oktaëdrische Schnitte zeigen in Übereinstimmung hiermit eine Dreiteilung wie auf folgender Figur: (Siehe auch Tafel 2, Fig. 1)

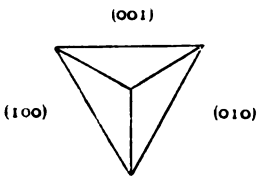


Fig. 21.

(Oktaëderschnitt eines würfelförmigen Dysanalyts. Vgl. s. 217)

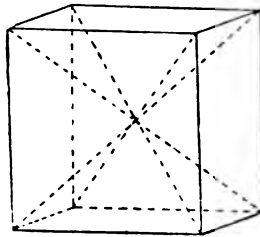


Fig. 22.

Dysanalytwürfel, mimetisch aus 6 optisch einaxigen Individuen zusammengesetzt.

Die Krystalle sind im Ganzen aus 6 einfachen pyramidalen Individuen aufgebaut, deren jedes eine Würfel Fläche als Basis und seine Spitze im Centrum des Krystalles hat, wie es Fig. 202 zeigt. Wenn die in den Schnitten jederzeit scharf markierten Grenzen, die Rhombendodekaëderebenen, als Flächen der einzelnen Individuen aufgefasst und als Pyramiden zweiter Ordnung angenommen werden, fallen die Krystallaxen an Richtung und Grösse mit den regulären zusammen, es wird also $a : c = 1 : 1$. Werden

diese Flächen dagegen in Übereinstimmung mit der Bezeichnungsweise für Perowskit und für andere hier früher beschriebene mimetische Substanzen als Grundpyramiden angenommen, so wird bei den tetragonalen einfachen Individuen $c = 0.70711$.

Um aus den krystallisirten Substanzen der Schmelze reines Untersuchungsmaterial zu gewinnen, wurde diese zu einem groben Pulver gerieben, das nach Auswässerung mit Wasser und Säure sowie Separiren mit Talliumsilbernitrat gereinigt wurde. Diese Separirmethode erwies sich jedoch infolge des bedeutenden Wechsels im spec. Gewicht bei diesen Substanzen als lange nicht hinreichend, sondern musste durch Reinlese unter der Lupe vervollständigt werden.

Abgesehen von der schwachen Färbung, welche den Effekt der Lichtbrechung etwas verringert, und dem ausgesprochen höheren specifischen Gewicht, stimmen die Oktaëder dieser Schmelze in allen Eigenschaften mit den oben beschriebenen der Zusammensetzung $\text{Na Ca Nb}_2\text{O}_6\text{Fl}$ überein.

Ein von Herrn Präparator AKSEL R. ANDERSSON hergestelltes Prisma mit einem brechenden Winkel von $30^\circ 38'$ ergab eine Minimalablenkung für gelbes Licht von $38^\circ 31'$, entsprechend $n_g = 2,148$.

Die bedeutende Variation des specifischen Gewichtes bei diesen Krystallen ist aus folgenden Bestimmungen ersichtlich:

1) Eine mit Talliumsilbernitrat separirte Quantität von $0,8940$ gr. ergab in Benzol vom spec. Gewicht $0,8771$ bei 20°C. einen Gewichtsverlust von $0,1828$ gr., entsprechend $W. G. = 4,290$.

2) Feinstes Krystallpulver derselben Fraktion $0,4593$ gr. ergab unter gleichen Verhältnissen einen Gewichtsverlust von $0,0928$, entsprechend $W. G. = 4,341$.

3) Eine andere Fraktion $1,0207$ gr. ergab in Benzol vom spec. Gewichte $0,8777$ bei $19^\circ,5 \text{ C.}$ einen Gewichtsverlust von $0,2099$, entsprechend $W. G. = 4,268$.

4) Das Analysenmaterial (1 und 3 zusammengeschlagen), nach Zerkleinerung und Reinigung mit Wasser und Salpetersäure $1,8310$ gr. ergab in Benzol vom spec. Gewicht $0,8771$ bei 20°C. einen Gewichtsverlust von $0,3744$, entsprechend $W. G. = 4,290$.

Die farblosen Oktaëder der im L. F.-Ofen erstarrten Schmelze hatten ein spec. Gewicht von $4,196$. Der bemerkenswerthe Unterschied muss, da die chemische Zusammensetzung nur unbedeutende Ungleichheit aufweist, auf einer poröseren Struktur der farblosen Oktaëder beruhen. Unter dem Mikroskop zeigen sich diese von zahlreichen oktaëdrischen Spaltflächen durchsetzt, während solche bei den langsamer aus krystallisirten Kalkpyrochlorkrystallen selten sind.

Für die chemische Analyse wurden $0,5314$ gr. feinpulverisirte Substanz mit reinem Ammoniumsulfat zersetzt. Fluor wurde nach FRESSENIUS' Methode bestimmt und dazu $1,2730$ gr. angewendet, die $0,0866$ gr. $\text{Si Fl}_4 = 4,97^\circ \text{ Fl}_2$ ergaben.

	Mol. vhltn.	Ber. für. NaCaNb ₂ O ₆ Fl
Nb ₂ O ₅ — 0.3885 = 73.11 % — 0.273 = 0.255 + 0.018 %		73.18 %
Ca O — 0.0855 = 16.09 » — 0.287 = 0.255 + 0.032 »		15.30 »
Na ₂ — 0.0413 = 7.78 » — 0.125	0.255	8.48 »
Fl ₂ = 4.97 » — 0.130		5.22 »
<hr/> 101.95		<hr/> 102.18
O = Fl ₂ — 2.09		O = Fl ₂ = 2.18
<hr/> 99.86		<hr/> 100.00

Die Übereinstimmung mit der berechneten Zusammensetzung für NaCaNb₂O₆Fl ist völlig befriedigend¹.

Es ist jedoch nicht ganz unmöglich, dass der Überschuss des Ca O und Nb₂O₅ Gehaltes auf eine isomorphe Beimischung von kleinen Mengen eines Pyroniobats 2 Ca O . Nb₂O₅ hindeute.

Also: 2 Ca O . Nb₂O₅ + 16 (Na Ca Nb₂O₆Fl).

Das spezifische Gewicht *der mimetischen Würfel* wechselt noch bedeutender, als das des Kalkpyrochlors.

1) 0,1705 gr. ausgelesenes Material ergab in Benzol vom spec. Gewichte 0,8777 bei 19,5° C. einen Gewichtsverlust von 0,0363 gr., entsprechend *W. G.* = 4,122.

2) 0,1704 gr. ausgelesenes Material ergab in Benzol vom spec. Gewicht 0,8771 bei 20° C. einen Gewichtsverlust von 0,0353, entsprechend *W. G.* = 4,206.

3) 0,9776 gr. mit Talliumsilbernitrat separirte und reingelesene Krystalle ergaben unter denselben Verhältnissen, wie die vorhergehenden einen Gewichtsverlust von 0,1950, entsprechend *W. G.* 4,399.

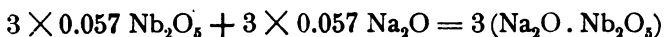
Dieser Wechsel im specifischen Gewicht beruht, wenigstens teilweise, auf der Gegenwart von mechanisch eingeschlossenem Fluornatrium in den mimetisch aufgebauten und von Spalten dicht durchkreuzten Krystallen.

Bei der Behandlung des pulverisirten Materials 3 mit kochendem, salpetersaurem Wasser wurden recht bedeutende Mengen Fluornatrium ausgezogen.

Das auf diese Weise wiederholt gereinigte Material 0,3191 gr. ergab nach der Zersetzung mit saurem Kaliumsulfat:

¹ Der ganz bedeutend zu geringe Wert der Natronquantität kann eine Folge der bei dieser Analyse mangelhafteren Anordnungen sein, die getroffen wurden, um während des Verdampfens des Ammoniumsulfates bei der Natron-Bestimmung Verlust zu verhindern, ein recht schwer ausführbarer Process. Mit dem besten Erfolge vermeidet man Verlust durch Spritzen, wenn die Verdampfung in einer grossen Platinaschale geschieht, in welcher eine kleine Schale über die Sulfatmasse gestülpt ist. Mit einem unter den Rand der kleineren Schale geschobenen Platinaspaten wird den Dämpfen freie Passage bereitet, während die aufgespritzten Tropfen aufgefangen und bei hoher Temperatur leicht vergast werden. Auf diese Weise nimmt auch die Ausführung des Processes nur Kurze Zeit in Anspruch.

			Molekular- verhältniss.	
Nb_2O_5	— 0.2431 gr.	= 76.18 %	— 0.285	= 0.170 + 1×0.115
Ca O	— 0.0414 „	= 12.97 „	— 0.232	= 2×0.116
Verlust (Na_2O)	= 10.85 „	— 0.170	= 0.170	
		100.00		



Durch Anwendung sauren Kaliumsulphats als Zersetzungsmittel muss der Natrongehalt unbestimmt bleiben. Im Folgenden werde ich eine Analyse einer gleichartigen und auf dieselbe Weise erhaltenen Substanz, in welcher ungefähr dieselbe Quantität Natron bestimmt worden ist, mittheilen. Die Substanz ist also als eine isomorphe Mischung von Na O Nb O_2 und $2 \text{ CaO} \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5$ im Verhältniss 3 : 1 zu betrachten. Beide diese Substanzen krystallisieren jede für sich in mimetischen Würfeln. Das Calciumsalz ist optisch einaxig, und der mimetische Aufbau des Natriumsalzes ist teilweise gleichartig mit der Mimesie bei diesen mimetischen Würfeln aus der Kalkpyrochlorschmelze.

Das Mineral Dysanalyt aus Kaiserstuhl ist nach KNOP nach der Formel $6 (\text{RO Ti O}_2) \cdot \text{RO} \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5$, wo $\text{R} = \text{Ca}, \text{Fe}, \frac{2}{3} \text{Ce}, \text{Na}_2$, zusammengesetzt. Es ist somit hauptsächlich Metatitanat (Perowskit) und nur in einem untergeordneten Grade ein Niobat. Die Verwandtschaft des Dysanalyts mit den mimetischen Niobaten ist indessen hieraus und aus dem in diesem Aufsatz schon Angeführten so deutlich, dass es mir berechtigt zu sein scheint, für die hier beschriebenen Kunstprodukte den Namen in Verbindung mit den chemischen Zeichen für die Metalle, welche unter den Basen die Hauptrolle in den artificiellen Mineralien spielen, anzuwenden.

Nach der Beschreibung des reinen Kalkpyrochlors und des Na-Ca-Dysanalyts gehe ich somit zu der Schilderung der Synthese von

Eisenoxydhaltigem Kalkpyrochlor und Na-Ca-Fe-Dysanalyt über. Eine Schmelze von 42 gr. Niobsäure, die recht beträchtliche Mengen Eisenoxyd und Manganoxyd, sowie 17 gr. Kalk und 15 gr. Fluornatrium enthielt, wurde in einer Platinaschale bei Porcellanofenhitze verschmolzen. Das Resultat derselben war mit dem Vorhergehenden analog, aber die Oktaëder waren gelbbraun wie der natürliche Pyrochlor, und die in grosser Menge gebildeten Würfel waren schwarz halbmimetisch glänzend und glichen vollständig natürlichen Perowskit- und Dysanalytkrystallen. Auch diese Schmelze war zum grossen Teil von drüsiger Beschaffenheit. In dem Drüsenraume stachen hellbraune, klare, stark lichtbrechende, isotrope Pyrochlorkrystalle von bis zu 5 mm. Kantenlänge hervor (Tafel 3, Fig. 2). Die schwarzen Würfel, zahlreich an der Oberfläche der Schmelze und an den Wänden der Schale, erreichten eine Kantenlänge von 3 mm. (Tafel 3, Fig. 3). Die kompakteren Teile der Schmelze bestanden aus in einer weissen, graupigen Zwischenmasse eingebetteten Körnern von Pyrochlor und Dysanalyt. Ein Teil der

Schmelze war während der Schmelzung über die Kante der Platinaschale hinaus in den Zwischenraum der äusseren Schale (die hinzugesetzt worden war, um die innere Schale zu stützen), gekrochen und war hier in einigen prachtvollen 1—2 mm. grossen, tief granatroten Oktaëdern krystallisiert.

Dünnschliffe der Krystallmasse wurden im Polarisationsmikroskop untersucht (Tafel 2, Fig 2). Die Pyrochlorkrystalle sind verhältnissmässig schwach gefärbt. In dünnen Proben sind die Hexaëder durchsichtig mit tief brauner Farbe und zeigen flammige Auslöschung. Infolge der starken Färbung lässt sich jedoch keine mimetische Struktur beobachten. Diese Krystalle kommen oft in grösseren Oktaëdern eingeschlossen vor und sind gegen diese auch sehr häufig deutlich idiomorph begrenzt. Im Gegensatz zu dem Verhältniss in der eisenfreien Kalkpyrochlorschmelze ist somit *das Dysanalytmineral hier vor dem Pyrochlor auskrystallisiert*.

Das specifische Gewicht der Krystalle dieser Schmelze variirt in demselben Masse wie das der früheren. Die Talliumsilberschmelze verursacht deshalb nur eine unvollständige Separation. Durch Auslesen wurde indessen recht viel reines Material von den beiden Produkten erhalten.

Die Bestimmung des specifischen Gewichtes der gelben Pyrochlore.

- 1) 0.0818 gr. ergaben in Benzol vom spec. Gewichte 0.8804 bei 17° C. einen Gewichtsverlust von 0.0174, entsprechend $W. G. (Vol. Gew.) = 4.139$.
- 2) 1.2543 gr. ergaben in Benzol vom spec. Gewichte 0.8793 bei 18° C. einen Gewichtsverlust von 0.2520, entsprechend $W. G. = 4.377$ (Analysematerial).
- 3) Etwas dunkler gefärbte Oktaëder 0.1113 gr. ergaben in Benzol vom spec. Gewichte 0.8771 bei 20° C. einen Gewichtsverlust von 0.0215, entsprechend $W. G. = 4.541$.
- 4) Gelbbraune Oktaëder 2.5964 gr. ergaben in Benzol vom spec. Gewichte 0.8760 bei 21° C. einen Gewichtsverlust von 0.5210 gr., entsprechend $W. G. = 4.365$.
- 5) Granatfarbige Oktaëder von der Aussenseite der Platinaschale 0.0881 ergaben in Benzol vom spec. Gewichte 0.8771 bei 20° C. einen Gewichtsverlust von 0.0189, entsprechend $W. G. = 4.088$.

Folgende spec. Gewichtsbestimmungen wurden an den schwarzen Würfeln ausgeführt:

- 1) 0.9422 separirtes und reingelesenes Material ergab in Benzol vom spec. Gewichte 0.8771 bei 20° C. einen Gewichtsverlust von 0.1824 gr., entsprechend $W. G. = 4.531$ (Analysematerial).
- 2) 0.4892 gr. einer anderen separirten und ausgelesenen Fraktion ergaben in Benzol vom spec. Gewichte 0.8804 bei 17° C. einen Gewichtsverlust von 0.1281, entsprechend $W. G. = 4.457$.
- 3) 0.2244 gr. aus der separirten Portion Analysematerial der gelben Pyrochlore ($W. G. 4.377$) ausgelesenes Material ergab in Benzol vom spec. Gewichte 0.8793 bei 18° C. einen Gewichtsverlust von 0.0448, entsprechend $W. G. = 4.404$.

4) 0.1966 ausgelesene Krystalle aus der Pyrochlorportion 3 (W. G. 4.541) ergaben in Benzol vom spec. Gewichte 0.8782 bei 19° C. einen Gewichtsverlust von 0.0390, entsprechend $W. G. = 4.427$.

5) Eine aus einer separirten Pyrochlorfraktion ausgelesene Portion Würfel 0.0992 gr. ergab in Benzol vom spec. Gewichte 0.8771 bei 20° C. einen Gewichtsverlust von 0.0200, entsprechend $W. G. = 4.350$.

Das *Analysenmaterial* der gelben Pyrochlore im spec. Gewichte von 4.377 wurde äusserst fein pulverisirt. 0.3046 gr. wurden mit Ammoniumbisulphat zersetzt, 0.9284 gr. wurden zur Fluorbestimmung angewendet und ergaben 0.0394 gr. Si Fl₄, entsprechend 4.66 % Fl₂.

		Melekylar- verhältniss	Na Ca Nb ₂ O ₅ Fl	Rest
Nb ₂ O ₅	— 0.2135 gr. = 70.09 %	— 0.262 = 0.244	+	0.018
F ₂ O ₃	— 0.0059 » = 1.91 »	— 0.012 =	= 3 RO	0.036
Mn ₂ O ₃	— 0.0012 » = 0.39 »	— 0.003 =	= 3 RO	0.009
Ca O	— 0.0508 » = 16.67 »	— 0.298 = 0.244	+	0.053
Na ₂ O	— 0.0250 » = 8.20 »	— 0.132 = 0.122	+	0.010
Fl ₂	4.66 »	— 0.122 = 0.122		
		101.92		
O = Fl ₂		1.95		
		99.97		

Infolge der gelben Farbe der Krystalle muss angenommen werden, dass Eisen und Mangan wenigstens teilweise als Sexquioxyde eingehen. Mit dem Eintritt dieser Oxyde sind die einfachen Relationen der reinen Kalkpyrochlore ganz bedeutend gestört worden. Dies ist um so bemerkenswerther, als das Verhältniss zwischen Kalk und Niobsäure in der Schmelze selbst beinahe dasselbe war, wie in der eisenfreien Schmelze. Man kann indessen vermuthen, dass der Eintritt des Eisens ein Sinken des Schmelzpunktes und der Bildungstemperatur des Pyrochlores in den Dysanalytsubstanzen zur Folge gehabt habe, und dass dadurch das Auftreten der Verbindung Na Ca₂ Nb₂ O₇ Fl ermöglicht worden sei.

Durch das Verhältniss der Niobsäure zum Fluor 0.262 : 0.122 ist man indessen auch gezwungen, die Gegenwart einer Quantität fluorfreien Niobates anzunehmen, und diese ist wahrscheinlich unter der Form 2 RO. Nb₂ O₅ gegenwärtig, da diese Formel für den in derselben Schmelze gebildeten Dysanalyt gilt. Für diese verschiedenen Verbindungen würde von der Niobsäure, wenn R₂ O₃ gleich 3 RO berechnet wird, engagiert sein:

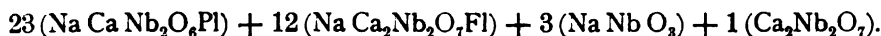
Für 2 Ca O Nb ₂ O ₅	Für Na Ca Nb ₂ O ₇ Fl	Für Na Ca Nb ₂ O ₅ Fl
Nb ₂ O ₅ — 0.017	0.073	0.171
2	9	20

Unter diesen Voraussetzungen würde der gelbe Ca Fe Pyrochlor zusammengesetzt sein aus:



wobei 3 Ca zum Teile durch Fe_2^{III} ersetzt würde.

Wenn angenommen wird, dass der im Verhältniss zum Fluor überschüssige Natrongehalt als Na ONb O_2 eingeht, und nicht als Ca O im Pyroniobat ersetzend, so wird die Relation zwischen den eingehenden Verbindungen



Nimmt man endlich an, dass die Sesquioxyde als freie Oxyde als »feste Lösung« eingehen, vermindert sich die Quantität des Komponenten $\text{Na Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_7\text{Fl}$ um ungefähr die Hälfte.

Von der Einführung von Eisenoxyd in die Pyrochlorschmelze an ist also die Zusammensetzung der Oktaëder bedeutend komplizierter geworden. Das einfache Molekül $\text{Na Ca Nb}_2\text{O}_6\text{Fl}$ scheint aber doch noch das herrschende zu sein.

Für die Analyse des *Na-Ca-Fe*-Dysanalyts wurde 0.5113 gr. Substanz im spec. Gew. von 4.531 mit Ammoniumbisulphat dekomponiert. Hieraus erhielt ich:

Nb_2O_5	= 0.3404 gr.	= 66.57 %
Fe_2O_3	= 0.0399 »	= 6.63 »
Mn_2O_3	= 0.0057 »	= 1.11 »
Ca O	= 0.0655 »	= 12.81 »
Na_2O	= 0.0584 »	= 11.42 »
		<hr/> 98.54

Der Verlust in der Analyse muss auf der Gegenwart von Fluor beruhen, der wie bei dem Na-Ca-Dysanalyt von mechanisch eingeschlossenem Fluornatrium herrührt. Die Differenz von 100 % 1.46 entspricht 2.51 % Fluor, und ein Äquivalent Natron hierzu macht 4.08 %. Nachdem diese Quantität abgezogen und der Rest auf 100 % berechnet worden ist, ergibt sich:

	Mol.-verh.
Nb_2O_5	= 70.47 % — 0.264
Fe_2O_3	= 7.02 » — 0.044
Mn_2O_3	= 1.18 » — 0.006
Ca O	= 13.56 » — 0.243
Na_2O	= 7.77 » — 0.125
	<hr/> 100.00

Die Zusammensetzung des *Na-Ca-Fe*-Dysanalyts zeigt einen deutlichen Anschluss an diejenige des aus derselben Schmelze auskrystallisierten Pyrochlors. Mit dem Verschwinden des Fluors aus dem Molekül ist eine bedeutende Steigerung des Sesquioxydgehaltes eingetreten, während das

Verhältnis $\text{Nb}_2\text{O}_5 : \text{CaO} : \text{Na}_2\text{O}$ beim Pyrochlor 0.262 : 0.298 : 0.132 und beim Dysanalyt 0.264 : 0.243 : 0.125] sich nur in geringerem Grade verändert hat.

Das Molekularverhältniss des Dysanalyts giebt:

$\text{Na}_2\text{O} - 0.125$	$\text{CaO} - 0.243$	$\text{Fe}_2\text{O}_3 - 0.050$
$\text{Nb}_2\text{O}_5 - 0.125$	$\text{Nb}_2\text{O}_5 - 0.122$	$\text{Nb}_2\text{O}_5 - 0.016$
$\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5$	$2 \text{CaO} \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5$	$3 \text{Fe}_2\text{O}_3 \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5$
Ungefähr: /	/	$\frac{1}{8}$

Also in runden Zahlen eine isomorphe Mischung der Zusammensetzung



Infolge der Mängel, die den Analysen der beiden künstlichen dysanalytartigen Substanzen in Bezug auf den Fluorgehalt anhaften, muss es unentschieden bleiben, ob sie Fluor als chemischen Bestandteil enthalten, oder nicht. Im Dysanalyt aus Kaiserstuhl giebt Knop »Spuren« von Fluor an. *Es ist deshalb nicht unwahrscheinlich, dass, ebenso wie der künstliche Pyrochlor isomorphe eingemengte Dysanalytsubstanzen enthält, auch die Dysanalytminerale Substanzen der Zusammensetzung $\text{NaCaNb}_2\text{O}_7\text{F}$ isomorph aufnehmen können.*

Kaliumcer-Pyrochlor (Koppit) und Dysanalyt. In einer Schmelze von der Zusammensetzung $2 \text{CaO} + \text{Nb}_2\text{O}_5$ (rein) + 3NaFl wurde $\frac{1}{8}$ des Kalkes gegen ein äquivalentes CaO_2 ausgetauscht. Die Schmelze hatte dann die Zusammensetzung 8.6 gr. $\text{CaO} + 5.5$ gr. CeO_2 (rein) + 26.2 gr. Nb_2O_5 (rein) + 12 gr. NaFl . Die Mischung war recht schwer schmelzbar. Bei der stärksten im L. F. Ofen erreichbaren Hitze, wurde dennoch eine vollständige Schmelzung erzielt.

Nach, wie gewöhnlich, ungestörter Abkühlung im Ofen, nachdem Gas und Gebläse gleichzeitig abgesperrt waren, erhielt ich eine beinahe vollständig krystallinische Masse, die sich leicht von der Platinaschale löste. Sie zeigte mehrere verschiedenartige Krystallisationen: 1) Die blanke Fläche der Schmelze selbst bestand aus einer dünnen Schicht sehr kleiner, hellbrauner, gleichseitiger, triangulärer, eng zusammengeballter Tafeln nebst einem weissen, quantitativ zurücktretenden Cement. Eine jede solche Tafel war indessen eine flache dreiflächige, wie die Flächen des Rhombendodekaëders oder die eines Triakisoktaëders, über der Oktaëderebene stehende Pyramide. Nicht selten sind die Kanten dieser dreiseitigen Pyramide von zwei Ikositetraëderflächen abgestumpft, wodurch die Pyramide regelmässig sechseckig wird. Die Flächen sind alle parallel den Oktaëderkanten gestreift. Obgleich es behufs Vergleichung mit dem in Rhombendodekaëdern krystallisierenden Koppit aus Kaiserstuhl von Interesse war, die Lage dieser Krystallflächen zu bestimmen, musste dieser Wunsch doch nach einigen Versuchen wegen der Kleinheit der Krystalle und der Schwierigkeit, sie zu isolieren, aufgegeben werden.

2) Die eben beschriebene dünne Schicht kleiner Krystalle wurde von einer grossen Menge pfeilerförmig nach einer krystallographischen Axe ausgezogener, tief braungefärbter, bis zu 6—7 Mm. langer Krystalle getragen. In der Richtung senkrecht gegen die Längsrichtung sind sie unvollständig ausgebildet und zeigen im Querschnitte ein rechtwinkeliges, parallel mit den beiden anderen krystallographischen Axen ausgestrecktes Kreuz.

3) Die Hauptmasse der Schmelze besteht aus mit diesen letzteren gleichartigen Krystallen, aber von etwas kleineren Dimensionen, mehr oder weniger skelettartig ausgebildet, in einer weissen graupigen und amorphen Zwischenmasse eingebettet, welche dem Volumen nach etwa 30 % der ganzen Masse bilden dürfte.

4) An dem Boden der Schmelze, der Platinaschale am nächsten, hat sich eine recht grosse Anzahl kleiner, kubischer, gelbbrauner Krystalle von derselben Struktur wie die gewöhnliche des künstlichen Dysanalyts gebildet: der Würfel aus 6 optisch einaxigen, pyramidalen Krystallindividuen bestehend, von denen jedes eine Würfelfläche als Basis und seine Spitze in dem Centrum des Krystalls hat.

Diese mimetischen Krystalle kommen nur in unmittelbarem Kontakt mit der Platinaschale, nicht in den übrigen Teilen der Schmelze vor. Die isotropen, bedeutend stärker lichtbrechenden und stärker gelbbraun gefärbten Oktaëder sind den Würfeln gegenüber idiomorph ausgebildet und sind somit vor diesen krystallisiert.

Nachdem für die Analyse hinreichende Mengen dieser Schmelze abgenommen waren, wurde das übrige in den Porzellan-Ofen gesetzt und einer langen Erhitzung und langsamen Abkühlung unterworfen. Hierbei schmolz die Masse nur sehr unvollständig. Die charakteristischen oktaëdrischen Wachthumsformen waren in Form und Grösse unverändert erhalten. Mimetische Würfel hatten sich jetzt auch an der Oberfläche der Schmelze gebildet. Ausserdem war die Farbe der Schmelze dadurch, dass die vorher schwarzbraunen Oktaëder matt braungelb geworden waren, heller geworden.

Da die Schmelze keine anderen Stoffe als Oxyde von Natrium, Calcium, Cerium, Niobium und Fluor enthielt und gewiss von Eisen frei war, so muss die Farbe, welche bei den im L. F. Ofen dargestellten Produkten die gerade für die natürlichen Pyrochlore charakteristische Nuance von braun hatte, von dem Cer herrühren, ein Verhältnis, das deshalb von ganz besonderem Interesse ist, weil die Ceriumsalze und die Oxyde des Cers farblos oder nur schwach gelblich sind.

Von den Produkten dieser Schmelze sind nur die dunkelbraunen Oktaëder näher untersucht worden.

Das spezifische Gewicht wurde an 1.7059 gr. ausgelesenen Krystallen bestimmt, die in Benzol vom spec. Gewicht 0.8993 bei 18° C. einen Gewichtsverlust von 0.3316 gr., entsprechend $W. G. = 4.524$, ergaben.

Zur chemischen Analyse wurden 0.6164 gr. mit saurem Ammoniumsulfat zersetzt, und für die Fluorbestimmung wurden 1.0764 angewendet, die

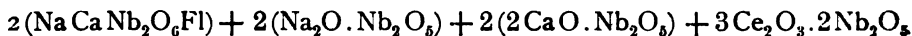
nach der Methode FRESSENIUS' 0.0460 gr. Si Fl₄, entsprechend 3.12 % Fluor ergaben.

			Mol.-verh.	Na Ca Nb ₂ O ₆ Fl	Rest
Nb ₂ O ₅	— 0.4082 gr. =	66.22 %	0.248	0.164	0.084
Ce ₂ O ₃	— 0.0730 » =	11.84 »	0.036		0.036
Ca O	— 0.0791 » =	12.83 »	0.230	0.164	0.066
Na ₂ O	— 0.0417 » =	6.77 »	0.109	0.082	0.027
Fl ₂	— 0.0336 » =	3.12 »	0.082		
		100.79 »			
	O = Fl ₂ =	— 1.31 »			
		99.48 »			

Von dem »Rest« wird berechnet:

Na ₂ O	0.027	Ca O	0.066	Ce ₂ O ₃	0.036
Nb ₂ O ₅	0.027 = 9	Nb ₂ O ₅	0.033 = 11	Nb ₂ O ₃	0.024 = 8
Na ₂ O . Nb ₂ O ₅		2 Ca O . Nb ₂ O ₅		3 Ce ₂ O ₃ . 2 Nb ₂ O ₅	

Sonach ungefähr:



Man braucht daher nicht anzunehmen, dass die Verbindung Na Ca₂Nb₂O₇Fl in dieser Pyrochlorsubstanz, deren Schmelzpunkt relativ hoch liegt, vorhanden sei.

Interessant ist die isomorphe Einmischung der Dysanalytverbindung Na₂O . Nb₂O₅ + 2 Ca O . Nb₂O₅ + 3 Ce₂O₃ . 2 Nb₂O₅ (vergl. die Formel des Na-Ca-Fe-dysanalyts) in die Pyrochlorsubstanz, zumal wenn man den Umstand in Betracht zieht, dass Dysanalyt beim Erstarren in den am schnellsten abgekühlten Partien der Schmelze, d. h. denjenigen, die der sehr gut wärmeleitenden Platinwand am nächsten waren, auskrystallisiert ist.

Uranpyrochlor (Hatchettolith).

Das Vorhandensein einer Pyrochlorvarietät (Hatchettolith), in welcher ungefähr $\frac{1}{3}$ von dem Kalke durch Uranoxydul ersetzt worden war, schien mir die Synthese eines reinen, kalkfreien Uranpyrochlores zu ermöglichen. Eine Schmelze wurde aus 2.9 gr. Uranoxyduloxyd, 1.3 gr. Niobsäure (rein) und 5 gr. Fluornatrium zusammengesetzt. Das Verhältniss zwischen dem Uranoxydul und der Niobsäure war somit etwa 2UO₂:Nb₂O₃. Die Mischung, in dem L. F. Ofen erhitzt, ergab nur undeutliche Resultate. Beim Brennen im Porzellanofen erhitzt, war die Masse der Schmelze in pomeranzenfarbigen, undeutlich ausgebildeten Krystalltafeln angeschlossen. Daneben kamen zahlreiche oktaëdrische Krystalle eingestreut vor,

bisweilen mit stufenförmigem Aufbau der Oktaëderflächen und von einer tief braunroten Farbe. Die Krystalle sind isotrop und sehen krystallisiertem Uranoxydul ähnlich. Schon eine spezifische Gewichtbestimmung der Substanz zeigt indess, dass man es nicht mit krystallisiertem Uranoxydul zu thun hat.

0.4620 gr. von den grössten Krystallen gab in Benzol vom specifischen Gewicht 0.8771 bei 20° C. den Gewichtsverlust 0.0786, entsprechend $W. G. = 5.156$.

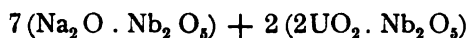
0.315 gr. von dem feinsten Krystallpulver ergab in Benzol vom specifischen Gewicht 0.8804 bei 17° C. den Gewichtsverlust 0.0531, entsprechend $W. G. = 5.173$.

Zum Zweck der Analyse wurde 0.3069 gr. äusserst fein pulverisiertes Material mit Ammoniumbisulphat dekomponiert. Aus der grünen, folglich uranoxydulhaltigen Sulphatschmelze wurden gewonnen:

	In %	Mol. verh.
Nb ₂ O ₅ — 0.1864 gr. =	60.73 »	— 0.227 = 9 × 0.0252
UO ₂ — 0.0880 » =	28.67 »	— 0.106 = 4 × 0.0265
Na ₂ O — 0.0330 » =	10.78 »	— 0.175 = 7 × 0.0250
	100.18 »	

Proben auf Fluor sind mit negativem Resultat angestellt worden.

Dem Molekularverhältniss nach ist die Substanz somit zusammengesetzt aus



Obleich sich die Substanz somit ihrer Krystallform und ihrem optischen Charakter nach zu den Pyrochlormineralien stellen lässt, ist sie in chemischer Hinsicht mit Dysanalyt auf die gleiche Linie zu stellen.

HILDEBRAND hat Isomorphieverhältnis zwischen UO₂ und ThO₂ (31) nachgewiesen.

Infolge dessen ist dieser Uranpyrochlor insofern von besonderem Interesse, als er eine Andeutung darüber zu geben vermag, auf welche Weise die Thorerde, die in den natürlichen Pyrochloren bisweilen in einer Menge von bis zu 7 % (Pyrochlor aus *Miask*) vorhanden ist, chemisch gebunden vorkommt.

Der natürliche, uranreiche Pyrochlor Hatchettolith ist indess nach ALLEN ein wasserhaltiges Tantaloniobat, hauptsächlich aus Calcium und Uran bestehend, mit nur sehr kleinen Mengen (eine Bestimmung ergab 1.37 %) von Natron. Die chemische Zusammensetzung wird durch die Formel $\text{R}_2(\text{Nb}, \text{Ta})_2\text{O}_7 + 2\text{R}(\text{Nb}, \text{Ta})\text{O}_6 + 4\text{H}_2\text{O}$ vertreten, ist aber nach ALLEN ein blosses Umwandlungsprodukt einer ursprünglich wasserfreien, uranreichen Pyrochlorvarietät.

Mikrolith.

Um dieses Mineral herzustellen habe ich dieselbe Methode zu befolgen versucht wie bei den Synthesen der übrigen Pyrochlormineralien. Die Versuche haben jedoch im Allgemeinen nicht den erwünschten Erfolg gehabt. Eine Mischung der Zusammensetzung $2\text{CaO} \cdot \text{Ta}_2\text{O}_5$ mit 2 bis 3 Molekülen Fluornatrium schmilzt ziemlich leicht bei Weissglühhitze, aber nach ungestörter Abkühlung im L. F.-Ofen weist die Schmelze nur undeutliche Krystallisationen, aus stark doppelbrechenden Tafeln und stabförmigen, kreuzweise und zwillingsartig zusammengewachsenen Krystallen bestehend, auf. Bei einem Experiment wurden jedoch, an die Unterseite des Tiegeldeckels angeheftet, wo etwas von der Schmelze kleben geblieben war, ein paar kleine, sehr regelmässig ausgebildete, farblose und stark lichtbrechende Oktaëder gewonnen. Diese Krystalle wurden leider nicht aufbewahrt, und es ist mir später nicht mehr gelungen solche zu bekommen.

Eine Schmelze von der oben erwähnten Zusammensetzung, die der Erhitzung im Porzellanofen ausgesetzt worden war, bestand aus einer Menge zwillingsartig zusammengewachsenen Krystalltafeln. Es war der gewöhnliche mimetische Aufbau, aber nach einem neuen Typus und unvollständig ausgebildet. Drei quadratische, optisch einaxige Krystalltafeln etwa 0.5 mm. gross, durchsetzen einander in der Weise, dass die Basisflächen und die drei optischen Axen gegen einander senkrecht sind (siehe die untenstehende Figur).

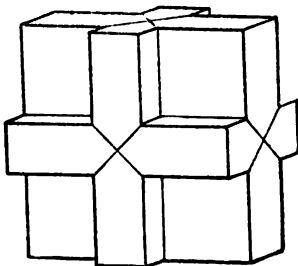


Fig. 23.

Zwillingsartiger Aufbau der tetragonalen Mikrolitdysanalytkrystalle.

Die Krystalltafeln sind als tetragonale Krystalle und der Zwillingsplan als eine Pyramidenfläche erster oder zweiter Ordnung aufzufassen. Im ersteren Falle führt die Annahme zu dem Axenverhältniss $1 : 1 : 0.70711$, im letzteren zu $1 : 1 : 1$. Infolge dieser Beschaffenheit zeigen Dünnschliffe von der Krystallmasse in grosser Menge kreuzförmig zusammengewachsene, ziemlich stark lichtbrechende und stark doppelbrechende, schmale Leisten mit Andeutung von der Längsrichtung paralleler Spaltbarkeit. Die Leisten sind senkrecht gegen einander orientiert. Die Begrenzung zwischen den Individuen ist häufig krummlinig und uneben, bisweilen aber geradlinig und den rechten Winkel halbirend. Im Inneren dieses letzteren

wird Substanz von derselben Lichtbrechungsfähigkeit beobachtet, jedoch sehr schwach, oft nicht merkbar doppelbrechend (Tafel I. Fig. 1 u. 2). In diesem Falle zeigt sich ein einaxiges Axenbild mit der optischen Axe winkelrecht gegen die tafelförmige Fläche heraustretend. Die Doppelbrechung ist negativ, und in Übereinstimmung damit sind die streifenförmigen Schnitte stets die Richtungen der kleineren optischen Elasticität.

Der mimetische Aufbau stimmt somit auch mit der Mimesie der optisch negativen Dysanalytsubstanzen der Niobsäure überein, aber die Zwillingsgrenzen verlaufen nicht durch die Kanten des Würfels sondern nur durch die Diagonalen der Würfelflächen, wie bei dem aus optisch zwei-axigen Individuen aufgebauten Perowskitkrystalle, der auf Seite 217 abgebildet ist.

Ausser aus diesen Krystallen besteht die Schmelze aus einer schwach lichtbrechenden Zwischenmasse von teils isotropen Krystallskeletten, teils schwach doppelbrechenden Aggregaten. Ausserdem kommen spärliche stark lichtbrechende, isotrope Körner vor, die einer mikrolithartigen Substanz angehören müssen, die jedoch nicht näher haben untersucht werden können. Bei einem Versuch, wo eine stark schwefelsäurehaltige Tantalsäure zur Verwendung kam, waren die entstandenen Zwillingsskrystalle tiefblau gefärbt¹.

Einer von den vielen angestellten Versuchen, die die Herstellung von Mikrolith bezweckten, wurde in der Weise ausgeführt, dass Kalk und Tantalsäure im Pyroverhältniss gemischt und ohne Flussmittel auf einen Platinadeckel placiert wurden, der sich in einem durch zwei kleine auf einander gestülpte Platinaschalen gebildeten verschlossenen Raum befand. Auf den Boden der unteren Schale wurden ein paar gr. Fluornatrium hineingelegt, und das Ganze, das möglichst dicht geschlossen worden war, wurde in den Gebläseofen hineingestellt und eine lange Zeit hindurch stark erhitzt. Die Absicht war zu ermitteln, ob der Dampf von dem Fluornatrium imstande sei, das Calciumtantalat in Mikrolith »pneumatolytisch« umzuwandeln. Nach langwieriger Einwirkung war die Tantalsäuremischung krystallinisch geworden, aber die Hauptmasse war doppelbrechend. Die Oberfläche der Mischung bestand dagegen aus zierlichen Krystallskeletten von isotroper, stark lichtbrechender Substanz (siehe die Figur). Wie die Versuche angeordnet worden sind, haben sie hauptsächlich eine dem Mikrolith entsprechende dysanalytartige Substanz ergeben. Es scheint mir wahrscheinlich, dass durch einige Veränderungen des Verfahrens beim Schmelzen Mikrolith sich herstellen lassen werde.

Aus Analogien von dem Verhalten der Pyrochlorsubstanzen lässt sich vermuten, dass die günstigen Bedingungen für die Synthese des Mikro-

¹ Obwohl reine Tantalsäure bei Reduktion mit Zink in salzsaurer Lösung nicht die kräftige Blaufärbung ergibt, die bei einer derartigen Probe die Niobsäure und die Titansäure charakterisiert, ist es jedoch wahrscheinlich, dass die Tantalsäure ein ebensolches blaues Oxyd hat, wie es unter anderen Reduktionsbedingungen gewonnen werden kann.

liths schnelle Abkühlung und Krystallisation einer wenig basischen Schmelze und zwar bei hoher Temperatur sind.

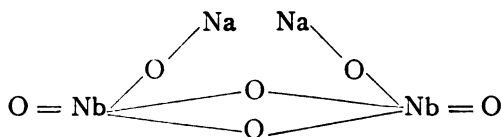


Fig. 24.

Wachstumsformen von dem Mikrolith. Vergrößerung 20 \times .

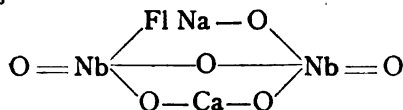
Chemische Konstitution der Phyrochlor- und Dysanalytmineralien.

Den Ausgangspunkt für die Beurteilung hierhergehöriger Fragen liefern die Alkalisalze der Metallsäuren und die Zusammensetzung des einfachen Kalkpyrochlores. Bei einem Vergleich zwischen H. ROSE's in Wasser löslichem und daraus mit 7 Molekülen Wasser auskrystallisierendem, leicht dekomponierbarem Natriummetaniobat $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5$ einerseits und meinem bei hoher Temperatur krystallisierenden Salz von derselben Formel sowie JOLY's Salz $\text{K}_2\text{O} \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5$ andererseits, von denen die beiden letzteren nur mit grosser Schwierigkeit von den stärksten Säuren angegriffen werden, ist es klar, dass ROSE's Salz und die beiden letztgenannten nicht die gleiche Konstitution haben können. Wenn für ROSE's Niobat die bei analogen Metasalzen übliche Konstitutionsformel $\text{Na}-\text{O}-\text{Nb} \begin{smallmatrix} \diagup \text{O} \\ \diagdown \text{O} \end{smallmatrix}$ angesetzt wird, lässt sich für JOLY's Salz sowie für das meinige die ebenfalls einfache aufstellen:

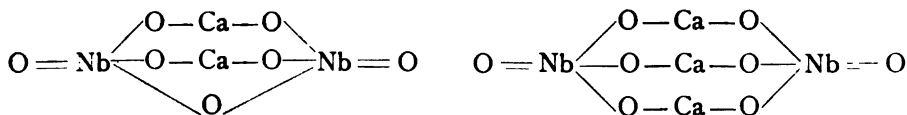


Diese Formel wird gestützt durch die Zusammensetzung des ein

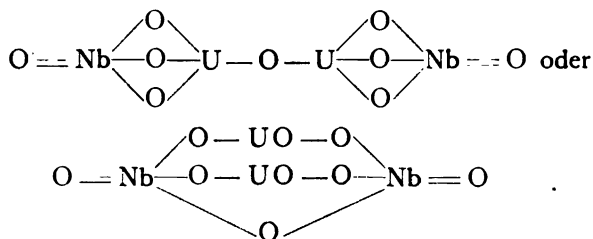
fachen Pyrochlores und die für dasselbe infolgedessen wahrscheinlich anzusetzende Konstitutionsformel



Es ist jedoch sehr gut möglich, dass die wirkliche Formel für den Kalkpyrochlor eine Multipel von der einfachsten ist. Verschiedene Umstände, wie z. B. das Vorkommen des Uranpyrochlores mit der Zusammensetzung $7\text{Na}_2\text{O} \cdot 4\text{UO}_2 \cdot 9\text{Nb}_2\text{O}_5$ sowie der Salze $3\text{R}_2\text{O} \cdot 4\text{Nb}_2\text{O}_5 \cdot \text{Na}_2\text{O} \cdot 3\text{TiO}_2$, $2\text{BaO} \cdot 3\text{TiO}_2$ und $\text{SrO} \cdot 3\text{TiO}_2$, die möglicherweise sämtlich zu diesen durch grosse chemische Widerstandsfähigkeit charakterisierten und mit der Perowskit-Pyrochlor-Gruppe krystallographisch verwandten Tantalaten, Niobaten und Titanaten gehören, deuten darauf hin, dass die einfachsten Formeln für diese Substanzen vielleicht vervielfältigt werden müssen. Bis man eine sicherere Einsicht in die chemische Konstitution dieser Substanzen gewonnen hat, empfiehlt es sich einstweilen als eine »working hypothesis« in diesem Abschnitt die einfachste Konstitutionsformel zu gebrauchen. In Übereinstimmung mit der hier angesetzten Konstitutionsformel für $\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5$ lässt sich also das Pyro- und Ortoniobat z. B. folgendermassen schreiben:

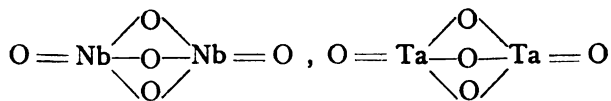


worin das Calcium durch andere zweiwertige Radikale z. B. Fe, UO oder durch zwei einatomige, Na, ersetzt werden kann. Die Formel für das Uranniobat in dem künstlich hergestellten Hatchettolith lässt sich schreiben entweder

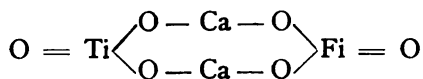


welch letztere Formel mit der Formel für das Calciumniobat analog ist. Interessant ist dabei, dass beim Eintreten von 4Na in das Molekül (siehe die Herstellung von $2\text{Na}_2\text{O} \cdot \text{Nb}_2\text{O}_5$) letzteres gespalten wird, worauf nur leicht dekomponierbare Salze übrig bleiben. Falls die Beobachtung KNOP's von dem Vorkommen regulärer und optisch anomal krystallisierter

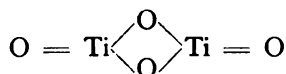
Niobsäure richtig ist, wird man dazu geführt, für die Metallsäuren die analogen Formeln anzusetzen:



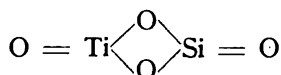
In analoger Weise liesse sich die Konstitution der Titanate folgendermassen ausdrücken



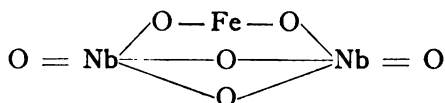
und die der Titansäure, Rutil



wodurch ihre krystallographische Übereinstimmung einerseits mit Zirkon



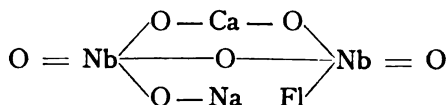
und andererseits mit Tapiolith



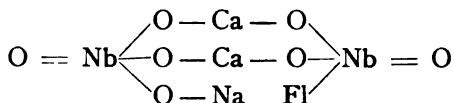
sich erklären liesse.

Wie wir sehen werden, schliesst sich das Rutil auch hinsichtlich seiner krystallographischen Konstanten an die mimetischen Perowskit- und Dysanalytminerale an.

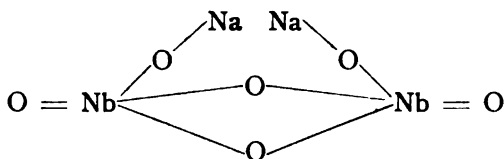
Die Formel des Kalkpyrochlors



zeigt die Möglichkeit des Eintretens von noch einer CaO Gruppe in das Molekül



was in der kalkreichen Schmelze bei niedrigerer Temperatur stattfinden zu können scheint. Scheidet aus diesem Molekül Na Fl aus, bleibt das mimetisch krystallisierte Calciumpyroniobat übrig. Zur Erzeugung des Moleküls



ist dagegen der weniger einfache Reaktionsprocess erforderlich: Ausscheiden der Gruppe $\text{Fl} - \text{Ca} - \text{O} -$ die durch $\text{NaO} -$ in dem ursprünglichen Kalkpyrochlor ersetzt wird.

Über die Natur der anomalen Doppelbrechung bei den Perowskit- und Dysanalytsubstanzen.

Aus den angeführten Beispielen ist es klar, dass TSCHERMAK's Bezeichnung *Mimesie* für die hier besprochenen optischen Anomalien ganz zutreffend ist. In der Mehrzahl der Fälle, namentlich bei den unvollständig ausgebildeten Wachstumsformen, ist ein zwillingsartiger Aufbau des geometrisch regulären Krystalles direkt wahrnehmbar, und das Zusammenwachsen unterliegt einfachen Zwillingsgesetzen. Ein Unterschied in der Mimesie bei dem Perowskit und den als Dysanalytsubstanzen bezeichneten Salzen der Niob- und Tantalsäure besteht darin, dass bei dem ersteren Mineral die einfachen Individuen optisch zweiaxig und ausserdem ihrerseits anomal doppelbrechend und aus einer grossen Anzahl optisch einheitlicher Krystallindividuen zusammengesetzt sind, während dagegen die Dysanalytsubstanzen optisch einaxig und einfach mimetisch gebaut sind. Beiden Gruppen ist gemeinsam, dass die Zwillingsgrenzen erster Ordnung mit der Rhombendodekaëderebene zusammenfallen, jedoch nicht vollständig, sondern in der Weise, dass die Zwillingsgrenzen durch das Centrum des Krystalles und entweder durch die Kanten des Würfels oder durch die Diagonalen der Würfelfläche laufen. Im ersteren Falle besteht der Krystall aus 6, im letzteren aus 12 verschiedenen einfachen Individuen. Bei dem Perowskit kommt es ausnahmsweise und bei den Salzen $\text{Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_7$ und $\text{Ca}_2\text{Ta}_2\text{O}_7$ in der Regel vor, dass die Zwillingsgrenzen mit den Ebenen der kristallographischen Axen zusammenfallen, so dass der Würfel in 8 einfache Individuen zerlegt wird. Unter der Voraussetzung, dass diese Grenzebenen zwischen den einfachen Individuen der mimetischen Komplexe Krystallflächen vertreten, erhält man in den einzelnen Fällen das Axenverhältnis $1 : 1 : 0,70711$.

Zwischen zweifellos einfachen Zwillingsbildungen und dem vollendeten mimetischen Aufbau sind mehrere Übergangsstufen im Vorhergehenden beschrieben worden. Das Toriumniobat kommt teils als einfache rhombische Nadeln, teils in knieförmigen, beinahe rechtwinkligen Zwillingen, teils in Komplexen von kubischem Aussehen, aus zwei oder vier Individuen

nach Rhombendodekaëderflächen zusammengewachsen vor. Die Krystallbildungen der zum Mikrolith gehörigen Dysanalytsubstanz liessen sich ebenso gut als tetragonale »Durchkreuzungszwillinge« wie als unvollendete, mimetisch reguläre Krystalle bezeichnen, und das Gleiche gilt auch von den Wachstumsformen des Perowskits. Diese stehen jedoch den vollendeten Mimesiebildungen in jeder Hinsicht nahe. Daraus folgt in Bezug auf die auf so vielfache Weise gedeuteten optischen Anomalien des Perowskits, dass sie wirklich mimetischer Natur sind, also durch den zwillingsartigen Aufbau des Krystalles aus Krystallindividuen von niedrigerer Symmetrie erzeugt sind. Die Perowskit- Dysanalytsubstanzen sind sehr gute Beispiele für die Anwendbarkeit der MALLARD'schen Hypothese zur Erklärung von wenigstens einem Teil der Erscheinungen, die unter der Bezeichnung »optische Anomalien« zusammengefasst worden sind. Dabei dürfte es jedoch nöthig sein hervorzuheben, dass die MALLARD'sche Hypothese die Möglichkeit von Dimorphie und Enantiotropie bei diesen Substanzen, d. h. die Fähigkeit bei irgend einem hohen Temperaturgrade in auch physikalisch reguläre Krystallform überzugehen, keineswegs auszuschliessen braucht. Ebenso wenig schliesst die MALLARD'sche Hypothese die Annahme von Spannungen innerhalb der mimetischen Krystalle aus. Die Wirkung solcher Spannungen bekundet sich bisweilen in modifizierten Doppelbrechungserscheinungen (z. B. undulöser Auslöschung) bei den hier zur Sprache gekommenen Substanzen.

Bei Erhitzung des mimetischen Salzes NaNbO_6 dekrepitierte dieses teilweise, und die Krystalle wurden in feinfädige Prismen mit energischer Doppelbrechung gespalten. Dass sich indess die mimetischen Erscheinungen bei dem Perowskit und den Dysanalytsubstanzen nicht als blosse Spannungserscheinungen oder als »hervorgerufen durch Änderung der ursprünglichen Gleichgewichtslagen beim Wachsthum der Krystalle« erklären lassen, dürfte auf der Hand liegen. Die Mineralien der Perowskit-Pyrochlorgruppe und die hergestellten zahlreichen mimetischen Salze von Titansäure, Niobsäure und Tantalsäure zeigen uns dagegen eine Gruppe von Substanzen, die im Allgemeinen rhombisch oder quadratisch krystallisieren, in ihren Winkelwerthen mit dem regulären Krystallsystem sehr nahe übereinstimmen und eine unverkennbare Neigung aufweisen, durch polysynthetische Zwillingsbildung mimetisch reguläre Krystalle zu erzeugen. Die chemisch und atomistisch analogen und mit dem Perowskit und den Dysanalytsubstanzen isomorphen Mineralien der Pyrochlorgruppe haben vollständig reguläre Symmetrie, eine Thatsache, die die enge krystallographische Verwandtschaft zwischen diesen mimetisch regulären Krystallformen und den wirklich regulären noch deutlicher bezeugt. Bei einem Blick auf die Krystallkonstanten der natürlichen rhombischen und tetragonalen Niobate und Tantale tritt die Annäherung an das reguläre Axenverhältnis $1 : 1 : 1$ oder an $1 : 1 : 0,70711$ deutlich hervor.

Aus DANA's Mineralogy »sixth edition« erhält man durch ein Paar Umschreibungen

<i>Fergusonit</i>	(Y, Er, Ce) (Nb, Ta) O ₄	a : b : c = 1	: 1 : 2 × 0.7322
<i>Sipyilit</i>	Er Nb O ₄	» » » = 1	: 1 : 2 × 0.7384
<i>Columbit</i>	(Fe, Mn) (Nb Ta) ₂ O ₆	» » » =	0.8285 : 1 : 0.8898
<i>Skogbölit</i>	Fe Nb ₂ O ₆	» » » =	0.8170 : 1 : 0.6511
<i>Tapiolit</i> ¹	Fe (Nb, Ta) ₂ O ₆	» » » =	1 : 1 : 0.6464
<i>Yttrotantalit</i>	^{II} R ₂ ^{III} R ₂ (Ta, Nb) ₄ O ₁₅	» » » = ¹ / ₂ ×	1.0822 : 1 : 1.1330
<i>Samarskit</i>	^{II} R ₂ ^{III} R ₂ (Nb, Ta) ₆ O ₂₁	2a : b : 2c =	1.0912 : 1 : 1.0356
<i>Ännerödit</i>	Pyroniobat von Yttrium	a : b : c =	0.8257 : 1 : 0.8943
<i>Hjelmit</i>	4 R O. 3 Ta ₂ O ₅ (?)	2a : b : c =	0.9290 : 1 : 1.0264
<i>Aeschynit</i>	^{III} R ₂ Nb ₄ O ₁₈ ^{III} R ₂ (Ti, Th) ₅ O ₁₈	2a : b : c =	0.9732 : 1 : 0.6737
<i>Polymignit</i>	R ((Nb, Ta) O ₃) ₃ ^{III} 5 R ((Ti, Zr) O ₃) ₃	2c : b : a =	1.0242 : 1 : 0.7121
<i>Euxenit</i>	^{III} R (Nb O ₃) ₃ · ^{III} R ₂ (Ti O ₃) ₃ · ³ / ₂ H ₂ O	a : b : c =	0.364 : 1 : 0.303
<i>Polykras</i>	^{III} R (Nb O ₃) ₃ · ^{III} 2 R ₂ (Ti O ₃) ₃ · 3 H ₂ O	» » » =	0.3462 : 1 : 0.3124

Mit Ausnahme von der *Columbit-Tantalitgruppe* und *Ännerödit*, vielleicht auch von *Euxenit* und *Polykras* zeigen die übrigen 8 Mineralien eine auffallende Annäherung der Krystallkonstanten an das Verhältnis 1 : 1 : 1 oder an 1 : 1 : 0.70711. Es ist hier verlockend, die MALLARD'sche Hypothese über die Möglichkeit von Isomorphie zwischen ungleichwertigen aber kristallographisch beinahe gleichen Richtungen desselben Krystalles anzuwenden. Man muss es für mehr als einen blossen Zufall ansehen, dass optische Anomalien dann auch so häufige Erscheinungen unter den bei hohen Temperaturen krystallisierten Salzen von der Niobsäure und der Tantal-säure sind.

Zusammensetzung der natürlichen Pyrochlore.

Obwohl es mir nicht gelungen ist, durch meine bis jetzt ausgeführten Synthesen einen sicheren Einblick in die Rolle zu gewinnen, die die Sesquioxide und die vorwiegend elektropositiven Bioxide in den Pyrochlor-mineralien spielen, und obwohl die recht zahlreichen Pyrochloranalysen, namentlich was den Gehalt von Niobsäure, Titansäure, Zirkonerde und Fluor betrifft an grosser Unsicherheit leiden, und ausserdem die gewöhnlich ge-ringe, trotzdem aber als Substituent gewichtige Wasserquantität die Un-sicherheit der Deutungen noch vermehrt, dürfte es doch von Interesse sein, die Mineralien von den beim Studium der nahe verwandten Kunstprodukte gewonnenen Gesichtspunkten aus ins Auge zu fassen.

¹ Mit *Tapiolit* zeigt *Rulit* eine sehr grosse kristallographische Übereinstimmung.
Bull. of Geol. 1896.

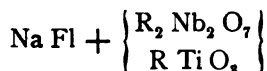
Pyrochlor aus Fredriksvärn. Von den bis jetzt ausgeführten Analysen von Pyrochlor aus diesem Fundort ist die folgende von RAMMELSBURG die ausführlichste:

	In %	Mol.-verh.	NaCaNb ₂ O ₆ Fl	CaTiO ₃	
Nb ₂ O ₅	— 47.13 »	— 0.177	= 0.144		+ 0.033
TiO ₂	— 13.52 »	— 0.166		= 0.166	
Ce ₂ O ₃	— 7.30 »	— 0.022			= 0.022 R ₂ O ₃
FeO	— 10.03 »	— 0.140	0.434	= 0.144 + 0.166 + 0.120	
CaO	— 16.13 »	— 0.289			
MgO	— 0.19 »	— 0.005			
Na ₂ O	— 4.20 »	— 0.068	= 0.144		
Fl ₂	— 1.39 »	— 0.076			
H ₂ O	— 2.90 »	— 0.077			
	<u>102.60 »</u>				

Sehen wir von der Bedeutung des Wassergehaltes, die unbekannt ist, ab, lässt sich dieses Mineral als eine an Metatitanat (Perowskit) besonders reiche Pyrochlorart auffassen. Wenn man den Ce₂O₃-Gehalt, 0.022, dem Niobsäurenrest 0.033 äquivalent setzt, ist die überschüssige Menge der positiven Oxyde RO so gross, dass das Verhältnis zwischen NaCa₂Nb₂O₇Fl und NaCaNb₂O₆Fl gleich 5 : 1 wird.

In diesem eisenreichen Pyrochlor sind somit den Pyrochlormolekülen NaCa₂Nb₂O₇Fl zahlreicher als NaCaNb₂O₆Fl vertreten.

RAMMELSBURG hat die Formel



Pyrochlor aus Brevik. Auch diese Varietät ist am ausführlichsten von RAMMELSBURG (1871) chemisch untersucht worden:

	In %	Mol.-verh.	NaCaNb ₂ O ₆ Fl	CaTiO ₃	2 RO . Nb ₂ O ₅
Nb ₂ O ₅	— 58.27 »	— 0.218	= 0.184		+ 0.034
TiO ₂	— 5.38 »	— 0.066		= 0.066	
ThO ₂	— 4.96 »	— 0.019			= 0.019
Ce ₂ O ₃	— 5.50 »	— 0.017		= 3RO = 0.051	0.091 = 2 × 0.034
FeO	— 5.53 »	— 0.077	0.273	= 0.184 + 0.066	+ 0.023
CaO	— 10.93 »	— 0.196			
Na ₂ O	— 5.31 »	— 0.086			
Fl ₂	— 3.75 »	— 0.098	0.184	= 0.184	
H ₂ O	— 1.53 »	— 0.085			
	<u>101.16 »</u>				

In diesem Brevikpyrochlor ist somit das Molekül $\text{Na Ca Nb}_2\text{O}_6\text{Fl}$ das herrschende. Wenn der Überschuss der Oxyde RO nach der Berechnung von RO Ti O_2 und $2\text{RO} \cdot \text{Nb}_2\text{O}_6$ als $\text{Na Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_7\text{Fl}$ eingehend betrachtet wird, ist das Verhältniss zwischen $\text{Na Ca Nb}_2\text{O}_6\text{Fl} : \text{Na Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_7\text{Fl}$ ungefähr 7 : 1.

RAMMELSBERG hat die Formel $4\text{Na Fl} + \left\{ \begin{array}{l} 5\text{R Nb}_2\text{O}_6 \\ 2\text{R (Ti, Th)O}_3 \end{array} \right\}$

Pyrochlor aus Miask.

RAMMELSBERG's Analyse (1871) ergab:

	In %	Mol.-verh.		$\text{NaCaNb}_2\text{O}_6\text{Fl}$	CaOTiO_2	$2\text{RO} \cdot \text{Nb}_2\text{O}_6$
Nb_2O_6	= 53.19	» 0.199	=	162		+ 37
Ti O_2	= 10.47	» 127			= 127	
Th O_2	= 7.56	» 29			= RO = 29	92 = 2 × 37
Ce_2O_3	= 7.00	» 21			= 3 RO = 63	+ 18
Fe O	= 1.84	» 26	}	0.285 =	162 + 123	
Ca O	= 14.21	» 254				
Mg O	= 0.22	» 5				
Na_2O	= 5.01	» 81	}	0.162 =	162	
(Fl ₂ ber.	= 3.07)	» 81				
H_2O	= 0.70					
	103.27					

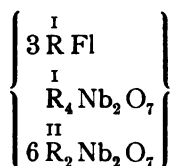
Ebenso wie der Brevikpyrochlor ist der Pyrochlor aus Miask hauptsächlich $\text{Na Ca Nb}_2\text{O}_6\text{Fl}$ und Ca Ti O_3 (4 : 3). Nur etwa $\frac{1}{9}$ des für Pyrochlor charakteristischen Niobates hat die Zusammensetzung $\text{Na Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_7\text{Fl}$.

RAMMELSBERG stellte die Formel $4\text{Na Fl} + \left\{ \begin{array}{l} 5\text{R Nb}_2\text{O}_6 \\ 4\text{R (Ti, Th)O}_3 \end{array} \right\}$ auf.

Pyrochlor aus Kaiserstuhl (Koppit).

Die chemischen Untersuchungen dieser Pyrochlorvarietät sind bisher wenig übereinstimmend gewesen. BROMEIS fand Molybdensäure 1.43 %, 10 % thoserdhaltige Ceroxyd, 2.37 % Natron und 1.16 % Fluor. KNOP (37) (1871) fand 10 % Ceroxyd, 11.75 % Natron + Kali und 1.85—1.05 % Fluor. Endlich wies BAILEY 1886 in diesem wegen der Abwesenheit von Titansäure mit dem besonderen Namen *Koppit* bezeichneten Pyrochlormineral aus *Kaiserstuhl*, einen Gehalt von 0.52 % Titansäure, 3.39 % Zirkonerde, 7.09 % Ceroxyd, einen normalen Gehalt von Alkali, (Summa 5.26 %), aber nur Spuren von Fluor nach.

RAMMELSBERG berechnete 1895 aus KNOP's Analyse, nachdem er vom Natrongehalt die Quantität 3.80 %, entsprechend dem Überschuss in der Analyse, abgezogen, die Formel



Zur Zeit ist es unmöglich, hinsichtlich der Zusammensetzung dieser Pyrochlorvarietät eine wahrscheinlichere Ansicht auszusprechen.

Pyrochlor aus Alnö.

Von diesem Pyrochlormineral habe ich schon früher? (1893) zwei Analysen angegeben und will hier eine dritte mitteilen.

Die beiden früheren haben die Zusammensetzung:

I. Titanhaltiger Alnöpyrochlor:

	In %	Mol. verh.	Na Ca Nb ₂ O ₇ Fl Ca Ti O ₃	RO
Nb ₂ O ₅ —	58.83	0.220	= 0.220	
Ti O ₂ —	3.70	0.045	= 0.045	
Zr O ₂ —	2.90	0.024	} 0.026	= 0.026
Th O ₂ —	0.41	0.002		
Ce ₂ O ₃ —	3.99	0.012		= 3 RO = 0.036
Fe O —	4.20	0.058	} 0.358 = 0.228 + 0.045	+ 0.085
Ca O —	16.75	0.300		
Na ₂ O —	3.44	0.056	} Na Fl	0.147
K ₂ O —	1.41	0.015		
H ₂ O —	0.78	0.043		
Fl ₂ —	4.34	0.114	0.228 = 0.228	
	100.75			

Der Überschuss von RO ist recht bedeutend 0,147, d. h. etwa $\frac{7}{11}$ der Menge RO, die zur Formel Na Ca Nb₂ O₆ Fl gehört. Es verhält sich also Na Ca₂ Nb₂ O₇ Fl zu Na Ca Nb₂ N, Fl wie 7 : 4. Die Zusammensetzung im Ganzen entspricht nahezu 35 (Na Ca₂ Nb₂ O₇ Fl) + 20 (Na Ca Nb₂ O₆ Fl) + 7 Ca Ti O₃, worin Ca O durch Zr O₂ Th O₂, $\frac{1}{3}$ Ce₂ O₃, oder Fe O ersetzt wird.

In Übereinstimmung mit der Erfahrung von dem künstlichen Hattchettolith habe ich hier, wie im Vorhergehenden, die Oxyde Zr O₂ und Th O₂ als äquivalent mit RO berechnet.

II. Titansäurefreier Alnöpyrochlor:

	In %	Mol. verh.	Na Ca Nb ₂ O ₆ Fl 2 RO . Nb ₂ O ₅	RO
Nb ₂ O ₅ —	63.64	0.238	= 0.226 + 0.012	
Zr O ₂ —	4.90	0.040		= 0.040
Ce ₂ O ₃ —	4.36	0.013		= 3 RO = 0.939

Fe O	—	1.14 — 0.016	} 0.341 = 0.226 + 0.024	+ 0.091
Ca O	—	18.13 — 0.325		
Na ₂ O	—	4.99 — 0.081	} Na Fl	0.170
K ₂ O	—	0.60 — 0.006		
H ₂ O	—	0.47 — 0.026		
Fl ₂	—	4.31 — 0.113		
102.52			0.226 = 0.226	

Nebst einer unbedeutenden Quantität 2 RO Nb₂ O₆ enthält der Pyrochlor somit Na Ca₂ Nb₂ O₇ Fl und Na Ca Nb₂ O₆ Fl im Verhältniss 3 : 1.

III. In einem Kalksteintypus von mehr grob krystallinischer und reiner Art als der, in welchem die beiden oben beschriebenen Alnöpyrochlore gefunden sind, kommt neben sparsamen Mengen von Titanomagnetit, umgewandeltem Olivin und Apatit eine andere Pyrochlorvarietät in Gestalt von bis zu 5 mm grossen Krystallen von mattbrauner Farbe vor.

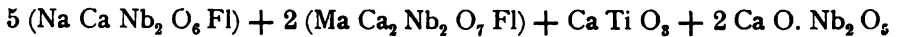
In Benzol vom spec. Gewicht 0,8796 bei 17, 7 °C ergaben 2,7880 gr den Gewichtsverlust 0,5640, entsprechend *W. G.* = 4.348.

Zur Analyse dieser Varietät wurden 0,6161 gr angewendet. Der Wassergehalt wurde mit der PENFIELD'schen Methode bestimmt.

Zur Fluorbestimmung nach FRESSENIUS' Methode wurden 0,9626 gr benutzt, die 0,0538 gr Si Fl₄ gaben. Hieraus ergibt sich:

	Gr.	In %	Mol. verh.	Na Ca Nb ₂ O ₆ Fl	Ca Ti O ₃	2 Ca O. Nb ₂ O ₅	RO
Nb ₂ O ₅	= 0.4022	= 65.29	0.244	= 0.214		+ 0.030	
Ti O ₂	= 0.0176	= 2.85	0.035		= 0.035		
Zr O ₂	= 0.0159	= 2.58	0.021				= 0.021
Ce ₂ O ₃	= 0.0309	= 5.03	0.015			= 3 RO	= 0.045
Fe O	= 0.0067	= 1.10	0.015	} 0.310 = 0.214 + 0.035 + 0.060	} 0.214		0.066
Ca O	= 0.0998	= 16.20	0.290				
Na ₂ O	= 0.0387	= 6.29	0.102	} Na Fl = 0.214			
K ₂ O	= 0.0023	= 0.37	0.004				
H ₂ O	= 0.0027	= 0.44	0.025				
Fl ₂	= 4.08	0.107					
Summa			104.23				
O = Fl ₂			1.72				
			102.51				

Der Überschuss in der Analyse beruht wahrscheinlich auf einer fehlerhaften Bestimmung des Natrongehaltes. Die im Verhältniss zu den Analysen der früher beschriebenen Alnöpyrochlore auffallend hohe Niobsäurequantität ist durch eine Kontrollbestimmung bestätigt worden. Diese Pyrochlorart ist somit bedeutend reicher an der Verbindung Na Ca Nb₂ O₆ Fl als die beiden vorhergehenden. Die Formel ist ungefähr:



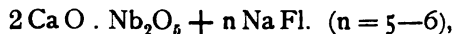
Die bei den Schmelzversuchen gewonnenen Resultate lassen sich somit auch auf die Zusammensetzung der natürlichen Mineralien anwenden, aber das sehr interessante Verhältniss zwischen den in diese eingehenden isomorphen Komponenten, besonders zwischen $\text{Na Ca Nb}_2 \text{O}_6 \text{Fl}$ und $\text{Na Ca}_2 \text{Nb}_2 \text{O}_7 \text{Fl}$, lässt sich infolge der Mangelhaftigkeit der Analysen und der mangelnden Kenntniss von der Bedeutung des Wassergehaltes und der Rolle der Sesquioxyde nicht mit Sicherheit entscheiden.

Bemerkungen über die Krystallisation

der Pyrochlorschmelzen und den Einfluss der Temperatur dabei.

Analoge Verhältnisse in den natürlichen Schmelzen.

Eine Schmelze von der Zusammensetzung

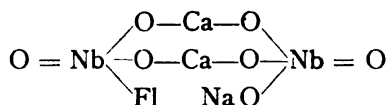


die bei der stärksten Weissglühhitze flüssig ist, krystallisiert bei schneller Abkühlung in einem Aggregat von grossen isotropen Oktaëdern von der Zusammensetzung $\text{Na Ca Nb}_2 \text{O}_6 \text{Fl}$. Die Grundmasse, an Quantität untergeordnet, enthält Reste von Kalk (ungefähr 12 % der ganzen Schmelzmasse) und Fluornatrium, aber nur Spuren von Niobsäure. Geschieht die Abkühlung ein und derselben Schmelze dagegen langsamer, so scheiden sich beim Erstarren zahlreiche mimetische Würfel von der Zusammensetzung $\text{Ca}_2 \text{Nb}_2 \text{O}_7 + 3 \text{Na Nb O}_3$, ab, ein dysanalytartiges Produkt, das sich von der Pyrochlorsubstanz chemisch hauptsächlich dadurch unterscheidet, dass 2Fl mit O vertauscht worden ist. Die Reaktion lässt sich auf die Weise denken, dass der in der Schmelze bei hoher Temperatur freie, überschüssige Gehalt von Calciumoxyd bei niedriger Temperatur nach dem Schema $\text{CaO} + \text{Fl}_2 = \text{CaFl}_2 + \text{O}$ in Reaktion tritt. Die mimetischen Würfel sind in der erstarrten Schmelze gegenüber den gut ausgebildeten Pyrochloroktaëdern (siehe Fig. 1 Taf. 2) allotriomorph (xenomorph ZIRKEL) begrenzt, woraus nach der allgemeinen petrographischen Betrachtungsweise folgt, dass die Dysanalytsubstanz später krystallisiert ist, als der Pyrochlor. Unter Annahme einer gleichzeitig beginnenden Krystallisation beider Substanzen liesse sich dagegen dieses Verhältniss auch so erklären; dass die *Pyrochlorkrystalle schneller angeschossen hätten als die mimetischen Würfel*.

Die eisen- und manganhaltige Schmelze, die nach denselben Proportionen wie die vorige zusammengesetzt war, durch die Unreinheit der Niobsäure aber etwas mehr basisch wurde, krystallisierte während der langsameren Abkühlung in schwarzen, eisenreichen mimetischen Würfeln und gelben, eisenhaltigen isotropen Oktaëdern.

Die ersten waren hier im Verhältniss zu den letzteren (siehe Fig. 2, Taf. 2) *idiomorph* (automorph ZIRKEL) ausgebildet und haben somit im

Gegensatz zu dem, was in der eisenfreien Schmelze der Fall war, *früher oder schneller als jene angeschossen*. Diese gelben Pyrochlore müssen $\text{Na Ca}_2\text{Nb}_2\text{O}_7\text{Fl}$ nebst $\text{Na Ca Nb}_2\text{O}_6\text{Fl}$ enthalten. Von der in der flüssigen Schmelzmasse überschüssigen Menge Calciumoxyd ist somit hier ein Teil unter Bildung der hypothetisch möglichen Verbindung



in das Pyrochlormolekül eingetreten, was entweder auf grösseren Mengen in der Schmelze gegenwärtigen freien Oxyden beruht, oder auch ist der Schmelzpunkt dieser Mischung um so viel niedriger, dass deshalb das mehr basische Salz existieren kann.

Die schwer schmelzbare *Koppitmischung* ergab im L. F.-Ofen nach schneller Abkühlung eine Schmelze von grossen, nach Formel $\text{Na Ca Nb}_2\text{O}_6\text{Fl}$ mit isomorpher Einmischung von fluorfreiem Niobat zusammengesetzten Pyrochlorkrystallen.

Dysanalytartige Krystalle hatten sich am Boden der Platinaschale gebildet, und da sie gegenüber den Oktaëdern allotriomorph sind, müssen sie später oder langsamer als jene, somit auf dieselbe Weise, wie in der Schmelze des reinen Kalkpyrochlores, angeschossen haben. Die Möglichkeit, dass die Würfel von dem Boden der Platinaschale ausgewachsen seien, während die Schmelze im Ganzen noch flüssig war, ist somit ausgeschlossen. *Die Krystallisation der beiden Substanzen der Schmelze muss ziemlich gleichzeitig geschehen sein, wobei die mimetischen Würfel je nach ihrer Beschaffenheit (ihrem Eisengehalt) vor oder nach den Oktaëdern vollendet worden sind.* Beide Substanzen haben sich demnach während eines Teils der Abkühlung zusammen in der flüssigen Mischung befunden, bei der höchsten Temperatur war aber nur die Pyrochlorsubstanz stabil, und bei der schnellen Abkühlung krystallisierte deshalb nur diese allein. *Bei langsamer Abkühlung tritt in den Schmelzen vor der Erstarrung der Reaktionsverlauf Pyrochlor-Dysanalyt ein, der so lange fortgeht, wie die Quantität gegenwärtige freie Oxyde und die Schnelligkeit der Entfernung der bei der Reaktion erzeugten Wärme es erlauben.*

Das Auftreten der mimetischen Würfel in der Koppitschmelze beweist diesen Zusammenhang zwischen der Dysanalytbildung und der Abkühlung. Nach Löschung des Ofens dringt von aussen kalte Luft ein und umspielt die stark wessglühende Platinaschale. Infolge der grösseren Wärmeleitungsfähigkeit des Metalles sinkt gleich im Anfang der Abkühlung in der dünnen Schicht der Schmelze, die dem Platina zunächst liegt, die Temperatur. Die Umwandlung Pyrochlor-Dysanalyt beginnt deshalb hier, und die bei der Reaktion erzeugten Wärmequantitäten werden von den von aussen abgekühlten Metallwänden mit Leichtigkeit fortgeleitet. Während die Temperatur somit in diesem dünnen Lager der Schmelze eine gewisse Zeit vor dem Erstarren relativ niedrig und ziemlich konstant ist,

passiert die Temperatur in der Hauptmasse der Schmelze schnell den der Umwandlung günstigsten Wärmegrad. Vermutlich tritt starke Überkaltung und danach eine schnelle Krystallisation ein. Die Ungleichheit der Abkühlungsverhältnisse nahe am Boden der Platinaschale mit denen in der Schmelze kann somit kurz so ausgedrückt werden: *In dem ersteren Falle schnelle Abkühlung bis auf eine der Umwandlung günstige Temperatur und darauf eine Zeit lang konstante Temperatur, bis die Krystallisation eintritt. In dem letzteren Falle (im Inneren der Schmelze) geringere Initialschnelligkeit der Abkühlung und kein Aufenthalt bei der der Umwandlung günstigsten Temperatur.* Dass das Resultat infolge dieser Verschiedenheit der Abkühlungsbedingungen ungleich wird, beruht darauf, dass die Umwandlungsreaktion eine gewisse Zeit in Anspruch nimmt und das Hinwegschaffen der Reaktionswärme erfordert.

Wie schon erwähnt, enthält die Schmelze in ihrer Masse keine mimetischen Würfel, aber nach dem Erhitzen im Porzellanofen wurden sie auch an der Oberfläche und in den Drüsenräumen der Schmelze wahrgenommen.

Der Verlauf bei der Umwandlung Pyrochlor-Dysanalyt hat unter den Reaktionsverläufen bei niedrigeren Temperaturen Analogien. (83) Strontiumchlorid krystallisiert bei höherer Temperatur wasserfrei und bei niedrigerer mit Krystallwasser; ebenso verhält sich auch das Nitrat. Die Eigenschaften bei Wasserlösungen dieser Salze zeigen, dass das Chlorid bei 66° C. von wasserhaltig in wasserfrei übergeht, und ebenso das Nitrat bei 33°. Auf dieselbe Weise geht Natriumsulphat in Lösung von der Zusammensetzung $\text{Na}_2\text{SO}_4 + 10\text{H}_2\text{O}$ in $\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{H}_2\text{O}$ über, wenn die Temperatur 30° C überschritten hat. Das violette Chromchlorid in Wasserlösung geht beim Erwärmen durch, Spaltung in saures und basisches Salz in grünes Chlorid über. Bei niedriger Temperatur bildet sich wieder das violette Chlorid. Die grosse Menge bekannte Fälle von Enantiotropie unter den krystallisirten Substanzen bieten auch Analogien zu der Pyrochlor-Dysanalytumwandlung. Die Umwandlungen des Schwefels, Ammoniumnitrates, Boracits und Leucits sind ganz besonders schöne Beispiele davon, dass das Auftreten der chemisch einfachen Substanz in der einen, oder anderen physikalischen Modifikation von dem Temperaturgrade abhängig ist.

Aber auch unter den Körpern, die Mischungen von chemisch und physikalisch ungleichen Substanzen sind, kommen solche Beispiele von Enantiotropie und Monotropie vor.

Unter den festen Substanzen bildet kohlenhaltiges Eisen einen eingehend studierten Fall von sicher mit chemischen Umsätzen verbundener Enantiotropie bei Mischungen. Die Umwandlung von weichem, ausgeglühtem, bei niedrigerer Gluttemperatur beständigem Eisen in gehärtetes durch stärkeres Erhitzen unter Verbrauch an Wärme ist ein den durch Temperaturveränderungen hervorgerufenen Umwandlungen der dimorphen enantiotropen Krystallsubstanzen vollständig analoger Verlauf und auch der Umwandlung der Pyrochlorschmelze vergleichbar.

In Wirklichkeit bieten die natürlichen Schmelzen, die erstarrenden Magmen, dasselbe Phänomen dar. Ihre chemische Zusammensetzung gestattet eine reiche Zahl Kombinationen. Ihre Erstarrungsverhältnisse sind höchst ungleich. Hierzu kommt, dass die Reaktionsschnelligkeit in den Silikatmagmen wenigstens im Verhältniss zu solchen Schmelzen, die im Vorhergehenden behandelt sind, verhältnissmässig sehr gering ist. Die Erstarrung der Magmen kann somit zu jeder beliebigen Zeit der verschiedensten Phasen der chemischen Umwandlungen und Krystallisationsverläufe stattfinden.

1892 theilte IDDINGS in seiner interessanten Arbeit »The origin of igneous rocks« das Vorkommen leucitführender Ergussgesteine im *Fellowstone Park* mit, welche als Äquivalente lamprophyrische Ganggesteine haben, mit deren chemischer Zusammensetzung sie beinahe übereinstimmen. IDDINGS denkt sich den Zusammenhang derartig, dass das Glimmermolekül der Lamprophyre $(K, H)_2 O \cdot (Al, Fe)_2 O_3 \cdot 2 Si O_2 + 12 (Mg, Fe) O \cdot 6 Si O_2$ in dem Ergussgestein in $n [2 (Mg, Fe) O, Si O_2]$ (Olivin) und $m [K_2 O, Al_2 O_3, 4 Si O_2]$ (Leucit) gespalten worden ist.

1896 stellte HELGE BÄCKSTRÖM (85) im Zusammenhang mit der Beschreibung des *Leucitbasanits* von *Vulcanello*, einer der Liparischen Inseln, die Vermuthung auf, dass dieses effussive Gestein, das sich in seiner chemischen Zusammensetzung nicht wesentlich vom *Kersantit* unterscheidet, in grösseren Tiefen lamprophyrische Äquivalente besässe. BÄCKSTRÖM stützt seine Ansicht auf FOUQUÉ's und MICHEL LEVY's Darstellung von Leucit durch Verschmelzung von Mikroklin und Biotit, sowie vorläufig auf einen seiner eigenen Versuche, wobei durch Schmelzen von Biotit aus Ödegården, Norwegen, in einem LECLERC-FOURQUIGNON'schen Gebläseofen und Wiedererhitzen während 48 Stunden »etwas Glas, ein wenig Spinell und Leucit in bis 0.1 mm grossen gut ausgebildeten Krystallen« gewonnen wurden.

Ferner referiert BÄCKSTRÖM in Kürze IDDING's und MICHEL LEVY' und LACROIX' petrographisch-geologische Beobachtungen über den Zusammenhang zwischen lamprophyrischen Ganggesteinen und leucitführenden Ergussgesteinen und äussert sich über die Konsequenzen dieser »Polarität von Biotit und Leucit« folgendermassen:

»Das der Biotit nicht aus einer reinen Silikatschmelze krystallisieren kann, sondern in der Regel in Olivin, Leucit und Eisenerz zerfällt, ist durch die synthetischen Versuche erwiesen. Er fordert nothwendig für sein Entstehen die kleinen Mengen von Wasser und Fluor, die sich an seiner Zusammensetzung betheiligen; werden diese durch andauerndes Erhitzen ohne Druck — sei es in Tiegeln oder in Kratermündungen ausgetrieben — so kann sich kein Biotit mehr bilden, und statt eines glimmerführenden Gesteins kann, aber muss nicht, ein Leucitgestein entstehen, es sind nämlich auch andere Umsetzungen möglich, entsprechend der Zusammensetzung des Magmas, beispielsweise bildet sich bei der Resorbtion der intratellurischen Biotite der Andesite, soweit bekannt, kein Leucit. — Einen weiteren Beweis

für die Bedeutung solcher Umsetzungen können wir darin finden, dass der Leucit fast ausschliesslich nur in Ergussgesteinen vorkommt, es ist ja erst in den letzten Jahren, dass man Leucit, oder richtiger Pseudomorphosen nach Leucit, aus Tiefengesteinen überhaupt kennt.»

In der Hauptsache stimmt C. DÖLTER 1897 (86) dieser Ansicht von BÄCKSTRÖM bei, indem er ganz besonders die Nothwendigkeit der Gegenwart von Fluor für die Glimmerbildung in den natürlichen Magmen hervorhebt. Es gelang DÖLTER, in künstlichen Schmelzen von wechselnder Beschaffenheit bei Gegenwart von bedeutenden Mengen Fluoriden Glimmer *ohne Mitwirkung irgend eines Wassergehaltes* zu erhalten. Dieser Bestandteil ist somit auch wahrscheinlich für die Glimmerbildung in den Magmen der Tiefen- und Ganggesteine nicht nöthig. Über die Bedeutung der Fluoride für die Glimmerbildung in Schmelzen spricht sich DÖLTER folgendermassen aus: »Die Ursachen, warum sich bald Glimmer, bald Hornblende, bald Olivin bildet, resp. warum sich bald Leucit, bald Kaliglimmer etc. bildet, ist aber nicht nur in einer chemischen Einwirkung, sondern teilweise in der verschiedenen Entstehungstemperatur zu suchen. Bei sehr hoher Temperatur kann weder Hornblende noch Glimmer sich bilden, ebenso wenig wie Granat, Albit und Orthoklas, dann entstehen Olivin, Leucit, Augit, Skapolith, Nephelin«. Auf die natürlichen Schmelzen übertragen, würde, abgesehen von der Einwirkung des Druckes, die Folgerung dieselbe bleiben, nämlich dass die leucitführenden Ergussgesteine bei höherer Temperatur krystallisiert seien, als ihre in grösseren Tiefen erstarrenden lamprophyrischen Äquivalente.

DÖLTER sucht indessen die Ursache dieses Generationswechsels in dem grösseren Gehalt der Tiefenmagmen an Wasser, Chloriden, Fluoriden und Boraten und hält dafür, dass die kleinen Mengen von diesen in den Magmen vorkommenden Salzen während der langen Bildungszeit mit demselben Resultat einwirken, wie es bei Schmelzversuchen grosse Mengen relativ sehr schnell herbeiführen können.

Die mineralogischen Gegensätze zwischen den lamprophyrischen Ganggesteinen und einigen ihrer effusiven Äquivalente können demnach durch die Annahme eines grösseren Gehalts an Wasser und Fluoriden in dem Tiefenmagma nicht als erklärt betrachtet werden.

Sind die oben zur Erklärung des Generationswechsels bei den zwei Mineralien der Pyrochlorschmelzen hervorgehobenen Gesichtspunkte richtig, so müssen sie auch auf »die Polarität von Biotit und Leucit« angewendet werden können.

Hierbei muss jedoch der sehr bedeutende *Unterschied in der Schnelligkeit der Mineralienbildung* bei Niobatschmelzen und bei Silikatschmelzen in Erwägung gezogen werden. Wie oben beschrieben, erstarrt die Schmelze $2\text{CaO} + \text{Nb}_2\text{O}_5 + 6\text{NaF}$ in wenigen Minuten beinahe vollständig holokrystallinisch. Nach einer vier und zwanzigstündigen langsamen Abkühlung einer Muscovitschmelze erhielt DÖLTER Glas, mit Leucit und Nephelinkrystallen.

BÄCKSTRÖM hielt die Biotitschmelze 48 Stunden nahe am Schmelzpunkt und erhielt dabei neben Krystallen von Olivin, Leucit und Spinell auch Glas.

Diese relativ langsame Abkühlung entspricht indessen der bei den natürlichen Magmen vorkommenden *schnellsten* Abkühlung. In grösseren Tiefen erstarrte Magmamassen sind im Allgemeinen ganz bedeutend weniger schnell abgekühlt worden. In *grosser Tiefe* erstarrte grössere eruptive Magmen sind so langsam abgekühlt worden, *dass die chemischen Bestandteile des Magmas alle die für jeden Temperaturgrad stabilen chemischen Gleichgewichtslagen haben durchlaufen können*. Ebenso wie im Allgemeinen die chemischen Reaktionen mit abnehmender Temperatur in der Richtung von einfacheren zu complicirteren Verbindungen gehen, so müssen auch in den glutflüssigen Magmen (unter der Annahme der Unveränderlichkeit beim Druck) bei höherer Temperatur einfachere chemische Verbindungen existieren, als bei niedrigerer. Bei der langsamen Abnahme der Temperatur schliessen sich diese einfacheren Substanzen unter Abgabe von Wärmequantitäten, die nach und nach fortgeschafft werden müssen, damit die Prozesse fortgehen können, zusammen¹.

Für eine Silikatschmelze von hoher Initialtemperatur, die als Ergussgestein oder als Ausfüllung von Spalten in den äusseren, kälteren Teilen der Erdkruste abgekühlt wird, treten ganz andere Verhältnisse ein. Je schneller der Wärmeverlust verläuft, desto geringer ist die Anzahl der im Schmelzzustande möglichen chemischen Reaktionen, die vorgehen können, und desto reicher wird das Erstarrungsprodukt an gesparter chemischer Energie².

Die glasigen Erstarrungsprodukte des Leucitbasanits sind in dieser Beziehung reicher als das holokrystallinische Gestein, dieses reicher als seine gangförmigen Äquivalente, die glimmerreichen und leucitfreien Lamprophyre, welche wiederum ihrerseits reicher an Energie sind als die ihnen entsprechenden unter den echten, langsam erstarrten Tiefengesteinen.

Bei der Erstarrung des Leucitbasanitmagmas als effusives Gestein gelangen also die magmatischen Reaktionen nicht weiter, als bei Versuchen unter langsamer Abkühlung in dem LECLERC-FORQUIGNON'schen Gebläseofen. Bei der Abkühlung derselben Magmas in Gängen wird vor dem Erstarren der für die Umwandlung Leucit + Olivin → Glimmer günstige

¹ Für ein solches wirkliches Tiefengestein (welcher Ausdruck, in dieser Bedeutung genommen, deutlich nicht mit dem Begriff "Gestein mit hypidiomorph körniger Struktur" zusammenfällt), dessen Abkühlung und Konsolidirung (Verfestigung) einen auch in geologischer Beziehung bedeutenden Zeitraum in Anspruch genommen haben mag, kann die Überkaltung wahrscheinlich keine Rolle gespielt haben, da diese Erscheinung nicht nur von dem Grad der Zähigkeit der geschmolzenen Masse, sondern auch von einem raschen Fortschaffen der Wärmemengen ohne mechanische Störungen bedingt wird und immer schwerer eintritt, je grösser die geschmolzene Masse ist.

² Um den Satz zu vereinfachen, wird hier in diesen Ausdruck auch die in der Gestalt von Wärme bei der Krystallisation und dem Erstarren des Magmas freigemachte Energie einberechnet, die wohl eigentlich das Resultat *physikalischer* Verläufe ist.

Temperaturgrad so langsam passiert, dass die Umwandlung sich vollziehen kann.

Die Umsetzung $\text{Leucit} + \text{Olivin} \rightarrow \text{Glimmer}$, mit welcher die Umwandlung $\text{Pyrochlor} \rightarrow \text{Dysanalyt}$ gleichzustellen ist, ist somit ein Glied in der langen Reihe von Processen, durch welche die chemischen Bestandteile der Magmen auf den auf der Erdoberfläche zwischen den chemischen Stoffen herrschenden Gleichgewichtszustand übertragen werden und auch dem Inneren der Erde Wärme entführt wird.



Litteraturverzeichnis.

1826. WÖHLER, F.:
1. »Über den Pyrochlor eine neue Mineralspecies.«
(Pogg.) Annalen der Physik und Chemie. Bd. 7, p. 417.
1835. SHEPARD, C. U.:
2. »Microlite, a new Mineral Species.«
American Journal of Science. Vol. 27, p. 361.
1837. SHEPARD, C. U.:
3. »Chemical examination of Microlite.«
American Journal of Science. Vol. 32, p. 338.
- 1837, 1842. ROSE, G.:
4. »Reise nach dem Ural, dem Altai und dem Kaspischen Meere.« Bd. I, II.
1839. ROSE, G.:
5. »Beschreibung einiger neuen Mineralien des Urals.«
(Pogg.) Annalen der Physik und Chemie. Bd. 124, p. 551.
- WÖHLER, F.:
6. »Analyse des Pyrochlors.«
(Pogg.) Annalen der Physik und Chemie. Bd. 124, p. 89.
1840. ROSE, G.:
7. »Der Pyrrhit, ein neues Mineral.«
(Pogg.) Annalen der Physik und Chemie. Bd. 124, p. 562.
1842. TESCHEMACHER, J. E., and HAYES, A. A.
8. »On the identity of pyrochlor with the microlite of Prof. SHEPARD.«
American Journal of Science. Vol. 43, p. 33.
- SHEPARD, C. U.:
9. »On the want of identity between microlite and pyrochlor.«
American Journal of Science. Vol. 73, p. 116.
1844. HAYES, A. A.:
10. »Reexamination of microlite and pyrochlor.«
American Journal of Science. Vol. 46, p. 158.
- ROSE, H.:
11. »Perowskit.«
(Pogg.) Annalen der Physik und Chemie. Bd. 124, p. 562.
- TESCHEMACHER, J. E.:
12. »Azor-Pyrrhit.«
Boston Journal of Natural History. Vol. 4, p. 499.

1845. DESCLOIZEAUX, A.:
 13. »Note sur les formes cristallines de la perowskite.»
 Annales de Chimie et de Physique. Ser. 3, Tome 13, p. 338.
- DUFRENOY:
 14. »Traité du Mineralogie.» Tom. 2.
1846. TESCHEMACHER, J. E.:
 15. »Azor-pyrrhit.»
 Proceedings of the Boston Society of Natural History. Vol. 2, p. 108.
1849. ROSE, H.:
 16. »Über das specifische Gewichte der Tantalsäure.»
 (Pogg.) Annalen der Physik und Chemie. Bd. 150, p. 285.
1850. HAYES, A. A.:
 17. »On the blowpipe characters of the mineral from the Azores identified with Pyrrhit by J. E. Teschemacher.»
 American Journal of Science. Vol. 9, p. 423.
1851. EBELMEN:
 18. »Recherches sur la cristallisation par la voie sèche.»
 Comptes Rendus. Tome 33, p. 525.
19. »Sur une nouvelle méthode pour obtenir des combinaisons cristallisées par la voie sèche.»
 Annales de Chimie et de Physique. Ser. 3, p. 34.
1853. KOKSCHAROW, N. VON:
 20. »Perowskit.»
 Materialien zur Mineralogie Russlands. Bd. I, p. 199.
1857. ROSE, H.:
 21. »Über die Tantalsäure und das Tantalsäurehydrat.»
 (Pogg.) Annalen der Physik und Chemie. Bd. 176, p. 417.
22. »Über die Verbindungen der Tantalsäure mit dem Kali.»
 (Pogg.) Annalen der Physik und Chemie. Bd. 176, p. 551.
23. »Über die Verbindungen der Tantalsäure mit dem Natron.»
 (Pogg.) Annalen der Physik und Chemie. Bd. 177, p. 11.
1858. DESCLOIZEAUX, A.:
 24. Annales des Mines. Tome 14, p. 417.
1860. NORDENSKIÖLD, A. E., och CHYDENIUS, J. J.:
 25. »Försök att framställa kristalliserad thorjord och tantalsyra.»
 Öfversigt af Kongl. Vetenskaps-Akademiens Förhandlingar 1860, p. 133.
1861. ROSE, H.:
 26. »Über die unterniobsauren Salze.»
 (Pogg. Annalen der Physik und Chemie. 4 Reihe, Bd. 23, p. 113.
- NORDENSKIÖLD, A. E.:
 27. »Beitrag zur Kenntniss der Krystallformen einiger Oxyde.»
 (Pogg.) Annalen der Physik und Chemie. Bd. 114, p. 626.
- HESSENBERG:
 28. »Mineralogische Notizen.»
 Abhandlungen, herausgegeben von der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft. Bd. 4, p. 20.

1865. KENNGOTT, A.:
 29. »Übersicht der Resultate Mineralogischer Forschungen in den Jahren 1862—1865» p. 235.
- HAUTEFEUILLE, P.:
 30. »Etudes sur la reproduction des minéraux titanifères.»
 Annales de chimie et de physique. Ser. 4, Tome 4, p. 129—176.
1866. KENNGOTT, A.:
 31. »Mineralien der Schweiz», p. 236.
1867. DESCLOISEAUX:
 32. »Nouvelles Recherches sur les propriétés optiques des cristaux, naturels ou artificiels, et sur les variations que ces propriétés éprouvent sous influence de la chaleur», p. 594.
1868.
 33. »Memoires presentés à l'Institut imperial de France.» Tome 18, p. 594.
1870. KOKSCHAROW, N. VON:
 34. »Erster Anhang zum Perowskit.»
 Materialien zur Mineralogie Russlands. Bd. 6, p. 338.
1871. HESSENBERG, FR.:
 35. »Mineralogische Notizen.»
 Abhandlungen herausgegeben von den Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft. Bd. 7, p. 257.
- RAMMELSBERG, C. F.
 36. »Über die Zusammensetzung der natürlichen Tantal und Niobverbindungen, zunächst des Tantalits, Columbites und Pyrochlores.»
 Monatsberichte der Königl. Preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin 1871, p. 157 und 584.
- KNOP, A.:
 37. Briefliche Mittheilungen von Herrn *Knop* an Herrn *Rammelsberg* über den Pyrochlor.
 Zeitschrift der Deutschen geol. Gesellschaft. Bd. 23, p. 656.
1872. RATH G. VON:
 38. »Mineralogische Mittheilungen. X.»
 (Pogg.) Annalen der Chemie und Physik. Bd. 144, p. 595.
1875. RAMMELSBERG, C. F.:
 39. »Handbuch der Mineralchemie I, zweiter Auflage», p. 371.
- KOKSCHAROW, N. VON:
 40. »Zweiter Anhang zum Perowskit.»
 Materialien zur Mineralogie Russlands. Bd. 7, p. 378.
1876. MALLARD, E.:
 41. »Explication des phénomènes optiques anomaux, que présentent un grand nombre de substances cristallisées.»
 Annales de Mines. Sér. 7, Tome X, pp. 60—196.
- GMELIN-KRAUT:
 42. Handbuch der Chemie. Anorganische Chemie. Bd. 2, Abt. 3.
1877. DESCLOISEAUX, A.:
 43. »Mittheilung an G. Rath.»
 Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1877, p. 160.

- KNOP, A.:
 44. »Dysanalyt, ein Pyrochlorartiges Mineral.«
 Zeitschrift für Krystallographie. I, p. 284.
- JOLY, A.:
 45. »Recherches sur les composés du Niobium et du Tantale.«
 Annales scientifiques de l'école normal supérieure. Sér. 2, Tome 16, p. 125.
- SMITH, I. L.:
 46. »Hatchettolith, a new columbat.«
 American Journal of Science. Vol. 13, p. 365.
- ALLEN, O. D.:
 47. »Chemical constitution of Hatchettolith and Samarskite from Mitchell County, North Carolina.
 American Journal of Science. Vol. 14, p. 128.
1878. DESCLOIZEAUX, A.:
 48. »Mittheilung an G. von Rath.«
 Neues Jahrbuch für Mineralogie etc., p. 43.
- DESCLOIZEAUX, A.:
 49. »Mittheilung an G. von Rath.«
 Neues Jahrbuch für Mineralogie etc., Bd. 44, p. 372.
- KOKSCHAROW, N. VON:
 50. »Dritter Anhang zum Perowskit.«
 Materialien zur Mineralogie Russlands. Bd. 8, p. 39.
1879. BAUMHAUER, H.:
 51. »Über den Boracit.«
 Zeitschrift für Krystallographie. Bd. 3, 337.
1880. BAUMHAUER, H.:
 52. »Über den Perowskit.«
 Zeitschrift für Krystallographie. Bd. 4, p. 187.
1881. KLEIN, C.:
 53. »Über den Einfluss der Wärme auf die optischen Eigenschaften des Boracits.«
 Nachrichten von der K. Ges. der Wissenschaften der Univ. zu Göttingen
 1881, No. 4.
- DUNNINGTON:
 54. »On microlite from Amelia Co. Virginia.«
 American Chemical Journal. Vol. 3, p. 130.
1882. BEN SAUDE, A.:
 55. »Über den Perowskit.«
 Gekrönte Preisschrift. Göttingen 1882.
- MALLARD, E.:
 56. De l'action de la chaleur sur les substances cristallines.
 Bulletin de la Société Française de Mineralogie. Tome 5, p. 216.
1883. BOURGEOIS, L.:
 57. Annales de Chimie et de Physique, p. 19.
- MACK:
 58. »Über das pyroelectriche Verhalten des Boracits.«
 Zeitschrift für Krystallographie. Bd. 8, p. 519.

1884. KLEIN, C.:

59. »Perowskit von Pfitsch in Tyrol.«
Neues Jahrbuch für Mineralogie etc. 1884 I, p. 245.

1886. BOURGEOIS, L.:

60. »Sur les titanates de baryt et de strontiane cristallisés.«
Bulletin de la Société Française de Minéralogie. Tome 9, p. 244.
Comptes rendus. Tome 103, p. 141.
Bull. Soc. chim. 46, p. 262.

RAMMELSBERG, C. F.:

61. »Handbuch der Mineralchemie.«
Ergänzungsheft I zur zweiten Auflage.

HUBBARD:

62. »Azor-pyrrhit und Zirkon vom Lacher See, sowie Pyrrhit und Azorit von San Miguel.«
Niederheinische Gesellschaft in Bonn. Sitzung 4 Juni 1886, p. 214.

1887. SPEZIA:

63. »Über die Schmelzbarkeit der Mineralien.«
Referat aus: Atti della R. Accademia delle Scienze di Torino, p. 22.
Zeitschrift für Krystallographie. Bd. 14, p. 502 (1888).

OSANN, A.:

64. »Über Azorit und Pyrrhit.«
Neues Jahrbuch für Mineralogie 1887, I, p. 115.

KNOP, A.:

65. »Über krystallisierte Niobsäure.«
Zeitschrift für Krystallographie. Bd. 12, p. 610.

1888. LEHMANN, O.:

66. Molekularphysik. Bd. 1 o. 2.

OSANN, A.:

67. »Über Sanidinite von São Miguel.«
Neues Jahrbuch 1888, Bd. 1, p. 117—130.

1890. MAR, F. W.:

68. »On the so called Perofskite from Magnet Cove Arkansas.«
American Journal of Science. Vol. 40, p. 403.

1891. BRAUNS, REINHARD:

69. »Die optischen Anomalien der Krystalle.« Preisschriften, gekrönt und herausgegeben von der Fürstlich Jablonowski'schen Gesellschaft zu Leipzig.

1892. DANA, E. S.:

70. Descriptive Mineralogy. Sixth Edition.

IDDINGS, I. P.:

71. »The origin of igneous rocks.«
Bulletin of the Philosophical Society of Washington. Vol. 12, pp. 89—214.

1893. VOGT, J. H. L.:

72. »Studier over Slagger I.«
Bihang till K. Svenska Vetenskaps-Akademiens Handlingar. Bd. 9, N:o 1.
Bull. of Geol. 1896.

- DICK, A.:
73. »On Geikielith, a new mineral from Ceylon.»
The Mineralogical Magazine and Journal of the Mineralogical Society.
Vol. 10, No 46, p. 145.
- HOLMQUIST, P. J.:
74. »Pyrochlor från Alnön.»
Geologiska Föreningens Förhandlingar. Bd. 15, p. 588.
- HILLEBRAND, W. F.:
75. »Ein weiteres Beispiel der Isomorphie von Thorerde und Urandioxyd.»
Zeitschrift für anorganische Chemie. Bd. 3, p. 243.
1894. NORDENSKIÖLD, G.:
76. »Om några sällsynta mineral från Igaliko i Grönland.»
Geologiska Föreningens Förhandlingar. Bd. 16, p. 336.
- HOLMQUIST, P. J.:
77. »Knopit, ett perowskit närstående nytt mineral från Alnön.»
Geologiska Föreningens Förhandlingar. Bd. 16, p. 73.
- KOKSCHAROW, N. VON:
78. Bergjournal. Bd. 4, p. 110.
1895. HÖGBOM, A. G.:
79. »Über das Nephelinsyenitgebiet auf der Insel Alnö.»
Geologiska Föreningens Förhandlingar. Bd. 17, p. 100.
- RAMMELSBURG, C. F.:
80. Handbuch der Mineralchemie.
Zweites Ergänzungsheft zur zweiten Auflage.
- FEODOROW, E. VON:
81. »Zusammenstellung der krystallographischen Resultate des Herrn Schoenflies und der meinigen.»
Zeitschrift für Krystallographie. Bd. X, p. 94.
1896. HINTZE:
82. Handbuch der Mineralogie.
- BRAUNS, R.:
83. Chemische Mineralogie. Leipzig 1896.
- LARSSON, AKSEL:
84. »Untersuchungen über Niob. I.»
Zeitschrift für anorganische Chemie. Bd. 12, p. 188.
- BÄCKSTRÖM, H.:
85. »Über Leucitführende Gesteine von den Liparischen Inseln.»
Geologiska Föreningens Förhandlingar. Bd. 18, p. 155.
1897. DÖLTER, C.:
86. »Synthetische Studien.»
Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie. Bd. 1, H. 1
pp. 1—26.

Erklärung der Tafeln.

Pl. II.

- Fig. 1. *Mikrolithschmelze* mit zahlreichen Krystallen von *Mikrolithdysanalyt*, gew. Licht. Vergr. 30 \times .
- Fig. 2. *Dieselbe* bei gekr. Nicols. Die helle quadratische Krystalltafel zu oberst ist ein wenig schräg gegen die optische Axe abgeschnitten. Unten ist eine andere isotrope, von stark doppelbrechenden Randleisten umgebene quadratische Tafel zu sehen, die im konvergenten polarisirten Lichte die optische Axe normal austretend zeigt. (Vergl. die schematische Krystallfigur.)
- Fig. 3. *Mimetische Krystalle von Natriummetaniobat*, gew. Licht. Verg. 50 \times .
- Fig. 4. *Künstliche Perowskitkrystalle*, gew. Licht. Vergr. 100 \times .
- Fig. 5. *Krystalle aus Calciumpyrotantalat*, gew. Licht. Vergr. 50 \times .
- Fig. 6. *Krystalle aus $5\text{ThO}_2 \cdot 16\text{Nb}_2\text{O}_5$* (AKSEL LARSSON), (S. 220), gew. Licht. Vergr. 120 \times .
- Zeigen einfache Zwillinge und mimetische, würfelige Tafeln.

Pl. III.

- Fig. 1. *Dünnschliff von der langsam abgekühlten Calciumpyrochlorschmelze*, (S. 230), gew. Licht. Vergr. 30 \times . Zeigt zahlreiche Schnitte schön ausgebildeter Pyrochlorkrystalle und zwei von NaCa-dysanalyt. Diese sind *allotriomorph* gegen jene ausgebildet. In der Zwischenmasse sind stellenweise schwach lichtbrechende Wachstumsformen sichtbar.
- Fig. 2. *Dünnschliff von der langsam abgekühlten eisenreichen pyrochlorschmelze* (S. 230), gew. Licht. Vergr. 30 \times . Zahlreiche schwarze Dysanalytwürfeln liegen in Pyrochlor idiomorph eingebettet.
- Fig. 3. *Tafelige Prismen von mit Borsäure geglühter Niobsäure*, (S. 210), gew. Licht. Vergr. 160 \times .
- Fig. 4. *Krystalltafeln von Calciumpyroniobat*, gew. Licht. Vergr. 20 \times .

Pl. IV.

- Fig. 1. *Oktaëder von eisenhaltigem Calciumpyrochlor*, reflectirtes Licht. Vergr. 30 \times .
- Fig. 2. *Druse grosser Krystalle von eisenhaltigem Calciumpyrochlor*, (S. 230), reflectirtes Licht. Verg. 2 \times .
- Fig. 3. *Schwarze Würfel von eisenreichem Na Ca-dysanalyt*, aus derselben Schmelze wie die vorigen Krystalle erhalten, reflectirtes Licht. Vergr. 2 \times .
- Fig. 4. *Krystalle von natürlichem Knopit aus Alnö (Schweden)*, reflectirtes Licht, natürliche Grösse. Der grösste Krystall zeigt auf der Würfelfläche eine scharf, markirte Rinne der Felderteilung mimetischer Krystalle von künstlichen Perowskit und Calciumpyrotantalat entsprechend.



6. Kambrisch-silurische Faciesbildungen in Jemtland

von

Carl Wiman.

Hierzu Pl. V—VII.

Einleitung.

Das Material zu den Untersuchungen, welche ich im Folgenden der Öffentlichkeit übergebe, habe ich zum grössten Teil im letzten Sommer, wo ich mich als Inhaber des grösseren Stipendiums SEDERHOLM's für Reisen innerhalb Skandinaviens sieben Wochen in Jemtland aufhielt, gesammelt. Manches lag jedoch schon seit meinen früheren Reisen in diesen Gegenden vor.

Wenn man Profilen und Karten aufnimmt oder publiciert, kann es sehr leicht geschehen, dass man sogar ohne es zu wissen, Resultate der einen oder anderen teoretischen Auffassung mit den faktischen Beobachtungen vermischt. Diese verlieren dabei natürlich einen grossen Teil ihres Werths, mag die untermischte Theorie noch so richtig sein. Ich bin im Folgenden stets darauf bedacht gewesen, diesen Nachteil zu vermeiden. Fehlquellen schleichen sich dessenungeachtet leicht ein. So z. B. sieht man oft nur einen sehr kleinen Teil der Höhe eines Profils, welche man desshalb beim Zeichnen etwa zehn Mal vergrössern muss, damit die Zeichnung auch eines verhältnissmässig kurzen Profils nicht zu gross und schwerfällig werde. Hierdurch zeichnet man 90⁰/₁₀ ein, welche man streng genommen nicht verantworten kann. Und besonders in diesen Gegenden, wo alle mögliche geotektonische Kräfte die verschiedensten Ausdrücke gefunden, ist man, wenn auch der Berggrund und die Profile noch so gut entblösst sind, mehr als auf anderen Stellen der Gefahr fehlerhafter Observationen ausgesetzt.

Einteilung der kambrisch-silurischen Faciesbildungen in Jemtland.

Lektor TÖRNEBOHM (15) unterscheidet einen südlich—östlichen normalen Silurfacies, welcher theils den, lass uns sagen, Kalksilur, welchen ich 1893 als normal bezeichnete, und theils die von mir als westlich quarzischen Entwicklungsformen des Silurs erwähnte, umfasst. Hiergegen

setzt TÖRNEBOHM einen nordwestlichen Facies, welcher durch vulkanische Tuffen gekennzeichnet wird.

Ich gebe zu, dass, wenn eine Silurablagerung aus vulkanischem Tuff besteht, verdient sie als eine besondere Faciesbildung betrachtet zu werden. Ich kenne aus eigener Erfahrung sehr wenig die Formation dieses nordwestlichen Verbreitungsbezirks, sondern habe sie nur auf einer Excursion über St. Blåsjön, Ankarvattnet und Lejpikvattnet gesehen, aber wo die Lager nicht zu sehr metamorphosiert waren, wie an der Südseite des Sees Lejpikvattnet, sehen der Kalkstein und der s. g. Phyllit nicht anders aus, als bei z. B. Gerde in Offerdal, wo sie jedoch von sowohl TÖRNEBOHM, wie von mir als normal ist bezeichnet worden. Es wäre ebenso unrichtig, diese Ablagerungen zu verschiedenen Facies zu rechnen, als ob man den Ortocerenkalk auf Öland und denjenigen bei Brunflo in Jemtland zu verschiedenen Facies rechnete. Dass in einiger Entfernung ein, wenn auch æquivalenter, Tuff liegt, berechtigt uns nicht, eine Ablagerung als einen besonderen Facies zu betrachten. Die Sache gestaltet sich also etwas anders, wenn es sich von dem Gebiet als einem Ganzen handelt und wenn es einem gewissen Glied gilt. Da das Wort normal eben in diesem Zusammenhange eine unglückliche Verwendung gefunden, woran ich vielleicht selbst die grösste Schuld trage, benutze ich diese Gelegenheit zu präzisieren, dass ich mit dem, wie es scheint, unvermeidlichen Wort »normal« im Verhältnisse zu den zwar auch wechselnden Silurablagerungen des südlichen Skandinaviens verstehe. So z. B. betrachte ich den Kalkstein bei Gerde und Lejpikvattnet als normal und in diesem Fall speciel im Verhältnisse zu demselben Kalkstein auf den Inseln im Kristianiafjord und bei Langesund (2, 3).

Dass innerhalb dieses nordwestlichen Verbreitungsbezirks der Silurformation Versteinerungen so selten sind, erklärt sich genügend, theils aus derselben unbekannten Ursache, welche sie auch sein mag, dass auch ganz normale und ungestörte Silurablagerungen oft sehr arm an Versteinerungen sind und solche ganz vermissen können, theils hat man ja verhältnismässig wenig darnach gesucht, und schliesslich beruht es, und zwar vornehmlich, auf den durchgreifenden Metamorphosen, welchen die Gesteine hier ausgesetzt gewesen sind. Die vulkanischen Tuffen tragen nicht zur Erklärung der Seltenheit der Versteinerungen bei, wenn nicht in so fern, dass sie der Metamorphose ein dankbares Wirkungsfeld dargeboten haben, denn marine vulkanische Tuffen pflegen nicht versteinungsleer zu sein und eben von der Silurformation kennt man aus Grossbritannien versteinungsführende vulkanische Tuffen.

Ich möchte keine bestimmt begrenzten Gebiete der verschiedenen Faciesbildungen vorschlagen. Im Grossen gesehen zeigen die Kalksteine der normalen Silurbildungen eine Tendenz gegen Westen hin auszuweichen, so dass Schiefer vorwaltend werden und Quarziten aufnehmen, und schliesslich weiter gegen Westen auch vulkanische Tuffen.

Normale kambrisch-silurische Bildungen.

Über dem Olenellusglied liegt Alaunschiefer, Phyllograptusschiefer und Ortocerenkalk, also eine Lagerfolge, die, da auch die paleontologischen Zonen die gewöhnlichen sind, mit den kambrisch-silurischen Bildungen des südlichen Schwedens gut übereinstimmt. Mit dem oberen grauen Ortocerenkalk dagegen bekommen die Bildungen einen mehr norwegischen Charakter, indem wenigstens ein Teil des oberen grauen Ortocerenkalks als schwarzer Schiefer mit Bänken und Knollen aus schwarzem Kalkstein entwickelt ist. Dieser schwarze Schiefer setzt gegen oben fort und dürfte etwa der Etage 4 in Norwegen entsprechen. Die obere Grenze kenne ich jedoch nicht. Weiter folgen Brachiopodenschiefer, Quarzit, Pentameruskalk und oberer Graptolitenschiefer, wie ich sie schon 1893 beschrieb (16). Zu dieser Beschreibung füge ich jetzt die folgenden neuen Beobachtungen hinzu.

Eurycare-konglomerat bei Änge in Brunflo.

Aus dem Alaunschiefer bei Brunflo habe ich schon vorher ein Konglomerat erwähnt, das Exporrectakonglomerat.

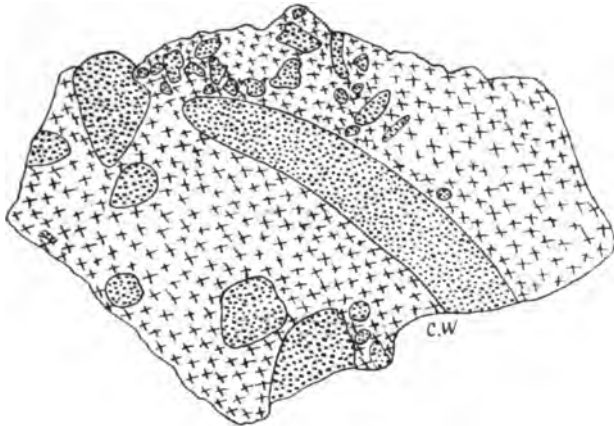


Fig. 1. Eurycare-konglomerat.

Im letzten Sommer habe ich hier ein zweites Konglomerat angetroffen, welches jedenfalls nur einige Meter höher als jenes liegt. In einer alten Schiefergrube zwischen dem Gehöft Änge und der Eisenbahnstation Brunflo liess ich 4,5 m einer 33 cm mächtigen, zusammenhängenden knolligen Stinkkalkbank herausgraben, in welcher ein bis zu etwa 10 Cm. mächtiges Konglomerat liegt. Im unteren Teil der Stinkkalkbank wurde die Zone mit *Parabolina spinulosa* beobachtet. Oberhalb des Konglomerats auch in derselben Stinkkalkbank liegt die Zone mit *Peltura*. Die Grundmasse besteht aus Stinkkalk mit *Eurycare latum*. Schon 1893 bemerkte ich, dass in den hier gefundenen Geschieben dieser Zone die *Eurycare-*

exemplare, was sonst im Stinkkalk nicht der Fall ist, in allen möglichen Richtungen liegen, welches jetzt eine Erklärung gefunden. In dieser Grundmasse liegen bald recht dicht (Fig. 1), bald so spärlich, dass das Gestein nicht Konglomerat genannt werden kann, bis zu 11 cm grosse mitunter sehr langgestreckte Gerölle aus Stinkkalk. In den Geröllen habe ich keine Fossilien gefunden. Die Stinkkalkgerölle enthalten Phosphorit. Auch die Grundmasse gab einen kleinen Niederschlag mit Molybdänlösung. Eine Diskordanz des Konglomerats gegen die unterliegende Zone, die *Parabolinazone*, habe ich nicht beobachtet. Die *Eurycare*-exemplare liegen auch in dem nicht konglomeratischen Teil der Zone auf den Schichtflächen.

An der Grenze gegen die überliegende *Peltura*-Zone verhält es sich anders. Bald lässt sich gar keine Diskordanz beobachten, bald ist sie 45°.

Unterer Graptolitenschiefer bei Loke in Lockne.

Bei Loke im Kirchspiel Lockne ist ein Brunnen gegraben worden. Nach Angabe des Besitzers war die Lagerfolge von Oben bis Unten

4 M. Morän,

2,5 M. Kalkstein,

12 M. Schwarzer Schiefer.

Die beiden unteren Schichten waren etwa 15° geneigt. Von dem schwarzen Schiefer lag neben dem Brunne kein grosser Haufen, womit wohl im letzten Herbst der Weg ausgebessert worden ist. Der Schiefer war nicht gepresst und enthielt in schönen Schwefelkiesexemplaren folgende Graptoliten des unteren Graptolitenschiefers:

Tetragraptus serra BRGN.

» *quadribrachiatus* HALL.

» *fruticosus* HALL?

» *sp.*

Phyllograptus mehrere Formen.

Didymograptus suecicus TBG.

» 3 sp.

Clonograptus tenellus LNS.

Der *Clonograptus tenellus* LNS stimmte ganz mit den Figuren MÖBERG's (13) überein, nur lagen die Zweige an den besseren Exemplaren nicht in solcher Stellung, dass man die Dichtigkeit der Thecen beobachten konnte, aber an losen Zweigstücken sassen sie so wie in MÖBERG's Figuren. Auf derselben Schichtfläche kamen *Tetragraptus quadribrachiatus* HALL, und *Didymograptus sp.* vor.

Auch bei Abborrfallet in Sjougdelfven in Ängermanland findet sich unterer Graptolitenschiefer.

Chasmopskalk bei Loke in Lockne.

Chasmopslager waren bis jetzt in Jemtland nicht fest anstehend gefunden worden. In Geschieben aus einem grünlichen feuersteinähnlichen

leicht kenntlichen Kalk waren folgende Versteinerungen, teilweise mit einander zusammen auftretend, angetroffen worden:

Chasmops sp.

Asaphus ludibundus TQT.

Illænus fallax HOLM.

» *gigas* HOLM.

Trinucleus sp.

Agnostus sp.

Caryocystis granatum WBG.

Südlich von Loke ist wegen eines neuen Weges an einem kleinen Bach ein schwarzgrüner Schiefer mit Bänken und ungleichmässig verteilten Knollen eben dieses obenerwähnten harten Kalksteins aufgeschlossen worden, worin ich eben den Chasmopskalk erkannt habe. Ich hatte wenig Zeit nach Versteinerungen zu suchen und das Gestein ist arm an Fossilien, sie sind aber schön erhalten. Ich fand:

Asaphus ludibundus TQT.

Conularia pulchella HOLM.

Hyolites sp. u. A.

Auch an einem Kalkofen bei Tand, ebenfalls in Lockne, habe ich den Chasmopskalk beobachtet. Er kommt hier in nahem Zusammenhang mit dem Ortocerenkalk vor, welcher hier teilweise bituminös ist und teilweise von dem »Lofstarsten« ersetzt wird. Ich bin, wie zum Teil schon aus den Profilen Fig. 7, 8 und 10 hervorgeht, davon ganz überzeugt, dass dieses Niveau, welchen Platz es in diesen Profilen auch einnehmen mag, sonst petrographisch ganz anders entwickelt ist.

Von besonderem Interesse ist es, dass diese zwei Lager, der untere Graptolitschiefer und der Chasmopskalk, eben hier, ganz in der Nähe des rätselhaften »Lofstarsten«, so normal entwickelt sind. Von dem Alter des Lofstarsten wusste man nur, dass er durch Wechsellagerung in einen grauen Ortocerenkalk übergeht, der übrigens eben hier vereinzelt Gerölle aus Ortocerenkalk und fremden Gesteinen enthält. Durch das Vorkommen von Phyllograptusschiefer hier bei Loke wird die untere Grenze des »Lofstarsten« bestimmt. Die obere Grenze erhellt schon daraus, dass der »Lofstarsten« nicht mit dem hier auch vorkommenden oberen rothen Ortocerenkalk wechsellagert. Dass kein Teil des »Lofstarsten« das Alter des Chasmopskalks hat, wird durch diesen Fund bewiesen.

Der schwarze Schiefer.

Die Lagerfolge dieses Horizonts geht zum Teil aus den Profilen Fig. 2 und 3 hervor. Das Grundgestein, wenn mir dieser Ausdruck gestattet wird, ist ein meistens schwarzer Schiefer, worin Bänke und Knollen aus schwarzem Kalkstein liegen. Zu unterst in der Etage über dem Ortocerenkalk kommt ein Schiefer mit Bänken und flachen Linsen aus schwarzem Kalk, worin:

Chirurus exsul BEYR.

Ogygiocaris dilatata var. *Sarsi* A.

Illænus centaurus A.

Ampyx rostratus S.

Telephus bicuspis A.

» *granulatus* A.

und Andere. Auch Graptoliten finden sich in dem Kalk. In dem zwischenlagernden Schiefer findet man Arten der Gattungen *Climacograptus*, *Diplograptus*, *Didymograptus*, *Coenograptus* und *Dicellograptus*. Es ist dies der Ogygiaschiefer. Mitunter wiederholt sich der Ortocerenkalk in diesem Schichtenkomplex mit einigen wenigen grauen Bänken, die dann, falls sie fossilführend sind, auch *Ogygiocaris* enthalten.



Fig. 2. Nils Han Husa. Profil an der Nordküste von Norderön im Storsjö.

1. Schiefer mit und ohne Kalkbänken und Knollen.
2. Grauer Ortocerenkalk.



Fig. 3. Profil an der nördlichen Westküste von der Andersön im Storsjö.

1. Grauer Ortocerenkalk.
2. Schwarzer Kalkbank.
3. Schwarzer rostiger Schiefer, mehrere m.
4. Schwarzer Schiefer, welcher gegen oben grau wird und zugleich Bänke und Knollen aus schwarzem Kalk aufnimmt, welche bald die Hauptmasse des Gesteins ausmachen.
5. Wechselnde Bänke aus grauem und schwarzem Kalk.
6. Thonschiefer mit spärlichen Bänken und Knollen aus schwarzem Kalk.

Profilen, mit den obigen übereinstimmend, sind auf den Inseln im Storsjö nicht selten.

Einem besonderen, noch nicht fest anstehend gefundenen Lager des schwarzen Schiefers dürften die bei dem Locknesjö und im Kirchspiel Sunne gefundenen, mit schieferbedeckten Flächen versehenen Kalkbänken angehören, die ganz von Cystideen erfüllt sind und welche nicht mit den, dem Ortocerenkalk gehörenden Cystideebänken, zu verwechseln sind, welche beispielsweise bei dem Fluss Hårkan in Häggenäs und Halåsen in Lith angetroffen werden.

Eine etwas höhere Lage als der Ogygiaschiefer dürfte ein schwarzer Schiefer mit riesigen, bis metergrossen Kalkellipsoiden einnehmen.

Die Ellipsoiden enthalten:

Remopleurides microphthalmus LNS.

Triarthrus jemtlandicus LNS.

Dicellosephalus Billingsi LNS.

Diplograptus etc.

Bei Önsved in Sunne habe ich zusammen mit *Remopleurides microphthalmus* einige sehr kleine Exemplare von *Ogygiocaris dilatata* v. *Sarsi* angetroffen.

Über diese Schicht folgt ein Gestein, das ich als Kalkschiefer bezeichnet, weil es aus 1—5 cm dicken Kalkbänkchen, von ebenso mächtigem Schiefer zwischenlagert, besteht. In diesem Lager sind keine Versteinerungen gefunden worden.

Die Einteilung BRÜGGER's (3) der Etage 4 in Norwegen scheint für Jemtland nicht verwendet werden zu können, denn teils wäre sie hier wahrscheinlich unnatürlich, teils dürfte man kaum jemals die hierzu nötige paleontologische Unterlage zusammenbringen können. Aber als ein Ganzes betrachtet scheint der schwarze Schiefer der Etage 4 ziemlich gut zu entsprechen, obschon dessen obere Grenze einstweilen nicht beobachtet worden ist.

Durch das teilweise und ganze Verschwinden der schon an und für sich sehr thonigen Kalkelemente dieses Gesteins entstehen Übergänge zu reinen Schiefen und noch mehr verschiedenen Faciesbildungen, welche letztere besonders behandelt werden.

In dem etwas glimmerhaltigen Thonschiefer bei dem See Nälden habe ich seit 1893 *Climacograptus bicornis* HALL und ein Pygidium gefunden, welches letztere einer Art der Trilobitenfauna des Lagers mit Kalkellipsoiden gehört.

Quarzitische Faciesbildungen.

In Quarziten, auch wenn sie eine verhältnissmässig geringe Mächtigkeit besitzen, späht man meistens vergebens den meisten der Kriterien nach, welche andere Gesteine, besonders Schiefen, bezeichnen, wenn sie starken geotektonischen Störungen ausgesetzt gewesen sind und welche in Auswulzungsspalten, Verschieferung, Fältelung u. s. w. bestehen. Dies gilt auch gewissermassen von den reineren Kalksteinen. Die Quarziten, besonders wenn sie etwas bedeutendere Dimensionen annehmen, kommen bei der Faltung der Schichtenserie, der sie gehören, durch ihre schwerfällige, geringe Plasticität in ganz andere Verhältnisse zu ihren Nachbarschichten, als z. B. ein Schiefer. So können sie in der Faltung nicht teilnehmen, sondern werden leicht über ihre Unterlage hinausgeschoben, oder in dieselbe, oder die überliegenden Lager hineingeschoben. Und dabei können sie ihre ursprüngliche Stellung beibehalten, oder auch nur verhält-

nissmässig wenig aufgerichtet werden. Auch die im Verhältniss zur Bewegungsrichtung hinter den Quarziten liegenden Lager nehmen von dem Quarzit Eindruck, etwa so wie sedimentäre Lager wider ein unbewegliches Massiv zusammengeschoben werden.

Derartige durch das Vorkommen von kompakten Quarziten und Kalksteinen hervorgerufene Eigentümlichkeiten der Geotektonik können in Aufschlüssen gefalteter Schiefer leicht studiert werden, in welchen kleinere Quarzitlinsen oder Kalkellipsoiden vorkommen. Die kleinere Skala erlaubt einen Überblick über die Verhältnisse. Besonders deutlich treten diese Erscheinungen in den obenerwähnten schwarzen Schiefen mit metergrossen Ellipsoiden hervor, welche bei der Faltung den umgebenden fetten Schiefer so übel zugerichtet, dass die Verhältnisse ganz unentwirrbar geworden, während sie selbst die abenteuerlichsten Stellungen einnehmen. Zwar darf man wohl meistens nicht annehmen, dass ein Quarzit im Verhältnisse zu seiner Verbreitung eine ebenso grosse Mächtigkeit besässe, wie diese Kalkellipsoiden, gewissermassen darf man aber wohl doch behaupten, dass diese Knollen ein ziemlich getreues Bild von dem Verhalten eines Quarzits bei der Faltung der Lagerserie geben, wohin sie gehören.

Jemtländische Quarzite, welche auf Grund vielleicht eben dieser Verhältnisse schwer zu deuten gewesen sind, sind in erster Hand der s. g. Wemdalsquarzit und der Quarzit bei Ströms Wattudal und am Flåsjö, die Quarzite westlich vom Storsjö, der Kyrkåsquarzit und Andere mehr.

Quarzit mit *Phacops elliptifrons*.

Hierzu Pl. V.

Die Lagerfolge, wovon der Quarzit mit *Phacops elliptifrons* ein Glied ist, besteht von Unten nach Oben aus folgenden Schichten: Brachiopodenschiefer, Quarzit, Pentameruskalk und oberer Graptolitenschiefer. Wie weit gegen Unten der Brachiopodenschiefer reicht, ist unbekannt.

Die Versteinerungen, die ich schon 1893 (15) von diesem Horizont angegeben und von welchen *Plasmopora conferta* E. H. wohl die wichtigste Art sein dürfte, geben zwar ein ganz bestimmtes Niveau an, aber es lässt sich doch immerhin einwenden, dass Fossilien nur in Gegenden, wo der Quarzit auch vorkommt, in dem Brachiopodenschiefer gefunden worden sind. Da aber Schiefer von ganz demselben Aussehen z. B. zwischen Kall und Offerdal weite Verbreitung haben, so wäre es wohl möglich, dass diese der ganzen Silurformation entsprächen, eine Annahme, für welche jedoch einstweilen keine genügende Anhaltspunkte sich finden.

Der Quarzit ist auf der Norderö und der Werkö teilweise als Kalksandstein entwickelt und enthält dann *Phacops elliptifrons* u. A. Sonst enthält er selten Versteinerungen, wenn man von den meistens kalksandsteinsartigen Übergangszonen zum Pentameruskalk absieht. Er ist etwa 0,5—10 Meter mächtig und grenzt an zwei leicht kenntliche Gesteine, weshalb er sich sehr dazu eignet, eine Leitschicht zu sein.

Ehe ich zur Beschreibung der petrographischen Facieswechselungen dieses Niveaus übergehe, muss ich erwähnen, dass alle meine Profile aus der Gegend Alsen—Offerdal stammen, wo diese Lager am meisten für derartige Untersuchungen geeignet sind, aber wo sie auch von der etwa hundert Kilometer breiten überschobenen Scholle, wozu das Gebirgsplateau zwischen Alsen und Hotagen gehört, überschritten worden sind.

Bei Ede in Offerdal kann man in mehreren Hügeln die gewöhnliche Lagerfolge von Unten bis Oben: Schiefer, Quarzit, Kalkstein beobachten.



Fig 4. Kontakt zwischen dem Schiefer und dem Quarzit bei Ede.
(Docent A. HAMBERG phot.)

Der Quarzit ist hier aussergewöhnlich deutlich geschichtet. Der Profil Fig. 13 Taf. V, welcher nur einige Schritte weit von der photographierten Stelle entfernt ist, geht durch dieselbe westliche Abdachung eines dieser Hügel. Im Quarzit lässt sich eine Streife von Schiefer beobachten und in dem Kalk wiederholt sich der Quarzit als ein dünnes Bänkchen. Im unteren Teil des Quarzits liegen Schieferstücke von einigen dm Länge eingeschlossen, welche ich als zerrissene Reste eines kleinen Schieferlagers deute. Der Brachiopodenschiefer wird gegen oben quarzitisches und grob. Hier liegt also schon eine kleine Abweichung von den einfachsten Verhältnissen vor.

Eine solche jedoch schon bedeutendere zeigt auch das Profil Fig. 15 Taf. V von Westbacken in Alsen, wo unter dem hier mehr massivem Quarzit, worauf das Gehöft liegt zuerst über dem Schiefer eine kleine Quarzitbank und dann eine Kalkbank liegt. Erst über dem Quarzit kommt der eigentliche Pentameruskalk.

Wir kehren nach Ede zurück. Unweit des vorigen Profils liegt Fig. 10 der Pentameruskalk unmittelbar auf dem Brachiopodenschiefer. Der Quarzit hat also ausgekeilt. Ob er aber durch den Kontakt zwischen dem Schiefer und dem Kalk, von einem dieser beiden Lager oder von Teilen beider æquivalent wird, lässt sich nicht entscheiden, was im Folgenden von allen primär auskeilenden Lagern gilt. Noch eine fünfte Möglichkeit zur Erklärung des Auskeilens des Quarzits lässt sich denken, und ist auch beobachtet worden, und zwar durch Zerreißung bei späterer Faltung. So verhält es sich z. B. in Fig. 8, worauf ich später zurückkommen werde. Bei Ede liegt der etwa horizontale Kontakt zwischen dem Schiefer und dem Quarzit auf zwei verschiedenen Höhen über dem kleinen See Kriken und zwar so, als ob das Thal worin die Seen Hällsjö und Kriken liegen, von etwa nordwestlichen Verwerfungen gebildet wäre, wofür auch die ausserordentliche Steilheit des gegenüberliegenden Hällsjöbergs spricht. Da dieser aber auch zu der überschobenen Scholle gehört, welche besonders hier in Offerdal schon durch die Erosion allein steil ausgeht, braucht hier wegen der sehr weit, etwa 7 km, gradlinig verlaufenden Steile des Hällsjöbergs jedoch keine Verwerfung vorzuliegen.

Dann wird die Niveauverschiedenheit des Quarzits bei Ede einfach dadurch erklärt, dass die niedrigeren südwestlichen Vorkommnisse ziemlich ungestört liegen, die obere dagegen dem oberen Schenkel einer überschobenen Falte gehören, deren untere Schenkel ausgewalzt ist und worin der Quarzit zerrissen worden, die aber jedenfalls verdeckt ist. Liegt aber eine Verwerfung vor, muss sie jedenfalls vor der Zeit der eisgedämmten Seen stattgefunden haben, denn die Strandlinien liegen zu beiden Seiten des Thals eben hoch.

Das Profil Fig. 9 ist von Berge in Offerdal. Hier bilden die Lager eine gegen SO überkippte Falte, die sich gegen NO unter die grosse Überschiebungsscholle hinein streckt. In dem oberen Schenkel hat man wie gewöhnlich Brachiopodenschiefer, Quarzit und Kalkstein. In dem unteren dagegen wird der Kalkstein eben in der Profillinie zum Teil von seinem Schieferfacies verdrängt. Ausserdem kommt hier noch ein viertes Lager, der Turriculatuschiefer, hinzu, welcher nicht als Facies des Kalksteins aufzufassen ist. Sowohl der unterste Schiefer wie der Kalkstein zeigen ausserordentlich schöne im Streichen verlaufende Risse, Textfig. 5, welche in dem dunklen Kalkstein von weissem Kalkspat gefüllt sind.

Der Quarzit ist nur etwa 1 Meter mächtig. Einige Schritte NO von der Profillinie ist der Kalkstein viel mächtiger und einige Schritte gegen SW ist er wieder fast gänzlich von dem Schiefer ersetzt worden.

Fig. 14 ist ein Profil von Nordbyn in Alsen. Die Lager sind in-

vertiert. Der jüngere Teil des Pentameruskalks ist ganz wie im unteren Schenkel der Falte bei Berge von Schiefer ersetzt worden.

Fig. 11 ist eine Kartenskizze von Pelsve in Alsen. In dem nördlichen Teil ist die Lagerfolge die gewöhnliche, obschon invertiert. Im südlichen Teil ist der Quarzit gewaltig angeschwollen und macht sich auch sofort in der Landschaft sichtbar, so dass ich ihn schon von weitem bemerkte.

Am Dorfe Kluk südlich vom gleichnamigen See in dem Kirchspiel Alsen liegt eine Reihe kleiner mit Gebüsch bewachsener Hügel, welche in der Topographie der Gegend so schroff und charakteristisch hervortritt, dass man schon aus der Ferne überzeugt wird, dass ein Quarzit in deren Bau teilhaft ist

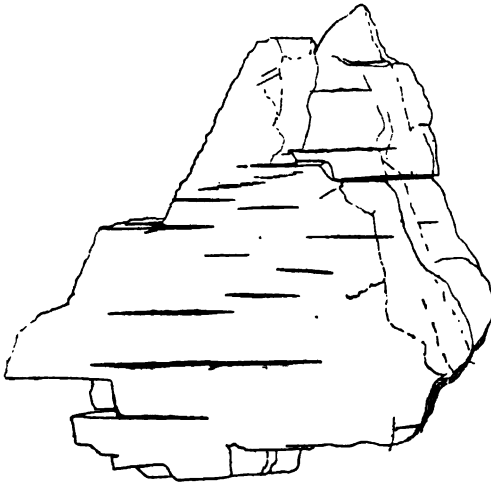


Fig. 5. Risse im ausgewalzten Brachiopodenschiefer bei Berge.

Am umstehenden photographischen Profil, den ich zweimal vergrößert, habe ich meine Beobachtungen eingezeichnet und die Fig. 1 erhalten.

Im Hügel *a* ist die Lagerfolge die gewöhnliche: Schiefer, Quarzit, Kalk. Im östlichen Abfalle des Hügels *b* fehlte der Quarzit, an der Südseite dagegen war er wieder vorhanden, zeigte sich aber ziemlich unbeständig. Von hier ist das nur einige Meter grosse Profil Fig. 2, welches wohl einen Riss des Quarzits darstellt. Gegen Westen endete der Hügel *b* mit einer Steile aus dem jetzt mehrere Meter mächtigen Quarzit. Diese Steile ist von dem Hügel *c* auf dem Profil 1 verdeckt. Der Zusammenhang zwischen *b* und *c* wird durch die Fig. 8 veranschaulicht. Die gebirgsbildende Kräfte haben wie gewöhnlich in diesen Gegenden etwa von NW gewirkt. Dadurch ist, als die Lager hier zusammengeschoben wurden, der Quarzit an seinem bei *c* südwestlichen Ende entzwei gerissen worden,

und das nordwestliche Ende des weiter gegen SO verschobenen Quarzits des Hügels *b* ist bei dieser Verschiebung ein wenig zurückgeblieben.

Der Hügel *c*, dessen in Fig. 3 abgebildete Südseite vollkommen entblösst war, lieferte einen guten Beispiel der hier ausserordentlich irreleitenden Verschieferung der Gesteine. Die Verschieferung fällt gegen NW ein. Der Quarzit ist wie gewöhnlich nicht im mindesten verschiefert.

Der Hügel *f* ist eine ganz einfache Synclinalfalte. Fig. 5 zeigt das Auskeilen des Quarzits im südlichen Teil des Ostabfalls des Hügels. Bis jetzt haben die Facieswechselungen nur darin bestanden, dass der Quarzit hie und da ausgekilt hat, und die Deutung des Profils ist eine recht einfache gewesen.

Schwieriger ist es, die naheliegenden Hügel *d* und *e* in Übereinstimmung mit einander zu deuten. Zwei Möglichkeiten sind vorhanden die



Fig. 6. Die Hügel bei Kluk, von Westbacken aus gesehen. (Nach Photogr.)

Lagerfolge zu deuten: eine rein geognostische und eine auf Facieswechselungen gegründete. Fig. 7 versinnlicht die einzige Weise, auf welche der Bau der Hügel geognostisch erklärt werden kann. Zuerst ist es dann befremdend, dass die Falte bei *d* gegen NW überkippt sein sollte, da die Verschieferung eben gegen NW einfällt und die Falten hier im allgemeinen gegen SO überkippt zu sein pflegen. Das kann man sich doch immer denken, dass die eine oder andere Falte »unrichtig« liegt. Aber selbst davon abgesehen, wäre es ein ganz sonderbarer Zufall, wenn die Erosion ganz so gewirkt hätte, wie es diese Theorie fordert.

Ich ziehe deshalb unbedingt die andere Deutung vor, zumal in dieser keine anderen Abnormitäten der petrographischen Wechselungen erforderlich sind, als solche, die man auch an anderen weniger zweideutigen Lokalitäten beobachtet.

Im Hügel *d* also liegt wie gewöhnlich der Kalk über dem Quarzit und der Kalk geht gegen Oben in einen Schiefer über. Fig. 4 stellt diesen Hügel von der Südseite aus gesehen vor. In Folge der Verschieferung

ist der Brachiopodenschiefer abgefallen, so dass die Schichtfläche des hier recht schieferartigen Pentameruskalkes eine nackte Steile bildet. Im Hügel ϵ kann man entweder beide Quarzitbänke als eine etwas Schiefer enthaltende lokale Anschwellung des Quarzits betrachten, etwa so wie bei Pelve, oder auch, was mir weniger gut scheint, kann man annehmen, dass der Quarzit eine Synklinale bildet, und dass der Kalk eben im Kontakt gegen den Quarzit durch Schiefer ersetzt worden ist. Einen derartigen Fall habe ich aber nicht beobachtet, denn wo der Kalk durch Schiefer ersetzt war, geschah dies immer in dem oberen Teil desselben. Den östlichen Quarzitbank bin ich gegen SW, also im Streichen, durch den ganzen Hügel gefolgt bis an den Keller am Gehöft JONAS OLSSON's, von wo die kleine Karte Fig. 6, welche zeigt, dass der Quarzit auskeilt.

Wo nun diese drei Gesteine, der Brachiopodenschiefer, der Quarzit und der Pentameruskalk im Verein vorkommen, sind es, wie auch a priori zu erwarten ist, besonders die beiden letzten Gesteine, welche aus der Erdbedeckung hervorragen. Als ich aber südlich von dem eben beschriebenen Profil auf das niedere Land unterhalb der Hügel quer über dem Streichen der Schichten ging, war der Berggrund aussergewöhnlich gut entblöst, überall aber beobachtete ich nur Schiefer. Hieraus möchte ich folgern, dass sowohl der Quarzit wie der auch unbeständige Kalk gegen SW verschwinden, jener durch Auskeilen, dieser durch Übergang, so dass das ganze nur aus Schiefer besteht.

Dies erklärt auch, warum in dem ganzen grossen Gebiet zwischen Offerdal und Kall, den Seen Nästtjärnarne, Djupsjö, Getan und Gerde entlang trotz der häufigen Aufschlüssen fast nur Schiefer beobachtet wird.

Der Kyrkåsquarzit.

Der Kyrkåsquarzit bildet vier von anderen Silurbildungen umgebene isolierte Vorkommnisse, welche alle in der Topographie recht scharf hervortreten, wie es mehr massive Quarzite überhaupt zu thun pflegen. Das bedeutendste Verbreitungsgebiet dieses Gesteins findet sich in der Umgegend von Kyrkås, etwa zwischen Kläppe, Mosjö, Östersjö und Bringåsen. Ein Anderes liegt bei Landsom und Ösa im Kirchspiel Ås. Dieses ist bedeutend kleiner, wie auch die Vorkommnisse um Klumpen in Hammerdal, welcher Berg aus meilenweiten, alles verdeckenden Torfmooren herausragt, und zwischen Långkälen und Storhögen im Kirchspiel Häggenås.

Zwischen Långkälen und Storhögen.

Der Quarzit ist hier von demselben leicht kenntlichen Typus wie der Kyrkåsquarzit und bildet wie dieser kompakte Massen. In einem Kanal zwei km NW von Storhögen wechsellagerte der bald vertikal stehende, bald nach allen möglichen Richtungen hin fallende lichte oder grünliche Quarzit mit weichem etwas glimmerhaltigem Thonschiefer, ganz so wie bei Ås und Kläppe, wovon es unten die Rede sein wird. Diese im Schie-

fer liegende Quarzitbänkchen haben mitunter ein konglomeratartiges Aussehen, in dem die Schichtflächen mit schwarzen, von Gleitflächen begrenzten Schieferstückchen bedeckt sind und welche wohl mit den platten schieferartigen Stücken zu vergleichen sind, welche mitunter die Schichtflächen des »Lofstarsten«, der Sandsteine in Dalarne, bei Gefle, im Mälarsee u. s. w. bedecken. Konglomerate sind im Kyrkåsquarzit nicht beobachtet worden.

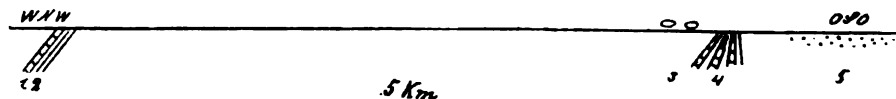


Fig. 7. Profil von Örån, 5 km gegen OSO.

1. Ortocerenkalk Etage 3.
2. Schwarzer Schiefer Etage 4.
3. Kalkellipsoiden Etage 4.
4. Kalkschiefer Etage 4.

Am Weg zwischen Österåsen und Storhögen bei einer Sägemühle am Bache Örån liegt ein grauer Ortocerenkalk durch Inversion über einem wechselnd feinem oder grobem und glimmerhaltigen schwarzen Thonschiefer, welcher folgende Versteinerungen enthält:

Triarthrus jemtlandicus LNS.

Diplograptus sp.

Climacograptus sp.

Dicellograptus sp.

Der Bachlauf hat sich gegen das Fallen des Schiefers bis an den Kontakt gegen den Kalkstein verschoben. Vier km OSO von dieser Stelle an demselben Weg lag ein Haufen von diesen leicht kenntlichen Kalkellipsoiden, in welchen die auf Seite 275 angegebenen Fossilien vorzukommen pflegen. Die Ellipsoiden waren sehr zahlreich und dürften mit ziemlicher Gewissheit anzeigen, dass das von ihnen charakterisierte Lager hier ansteht. Die Ackerkrume im Acker, woraus die Ellipsoiden stammten, war sehr mit dem schwarzen, fett anzufühlenden Schiefer bemengt, worin die Knollen zu liegen pflegen. Ein Stückchen weiter gegen OSO war an einem Gatter eine Schiefergrube. Dort ist der mit 4 bezeichnete Kalkschiefer anstehend. Das Gestein, welches mit demjenigen oberhalb Lugnet bei Östersund vollkommen übereinstimmt, besteht aus 1—5 cm dicken, schwarzen, knolligen Kalkbänkchen, die von ebenso mächtigen, von Gleitflächen ganz zerbröckelten Schieferlagern, getrennt sind. Das jetzt überschrittene Gebiet von 1 bis 4 am Profil dürfte wie überhaupt das Silur dieser Gegenden, aus gegen etwa SO überkippten Falten bestehen. Zuletzt kommt etwa 0,5 Km. weiter gegen OSO der Kyrkåsquarzit mit seiner Übergangszone.

Bei Ösa und Landsom in Ås.

Der Quarzit bildet hier ein von der Eisenbahnstation Täng bis am Dorfe Backen vorbei sich erstreckender Höhenzug. Sandsteinartige,

sandsteinschieferartige und quarzitische Varietäten wechseln mit einander. Auch ein Konglomerat aus Quarzgeröllen wurde beobachtet. Schwarzer und grünlicher Schiefer wechseln mit dem Quarzit, besonders an den Grenzen ab.

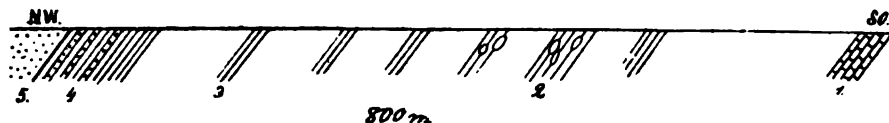


Fig. 8. Profil zwischen Ösa und Ås dem Wege entlang.

1. Grauer Ortocerenkalk.
2. Schwarzer Schiefer mit grossen Kalkellipsoiden.
3. Dunkler Schiefer.
4. Übergangszone mit Quarzitbänken.
5. Quarzit.

Oberhalb Ösa liegt ein Berg aus massivem Quarzit, welcher unten bei dem Gehöft JOHN JONSSON's in Ösa im Weggraben wieder an den Tag geht und eine Übergangszone aus wechselnden Quarzitbänken und Schieferlagern überlagert. Weiter gegen SO wird der Schiefer quarzitfrei. Gegen NO von hier, also im Streichen der Schichten an einem kleinen Dorfwege ist eine Schiefergrube ganz in der Nähe des in NW liegenden Quarzitberges, und hier enthält der dunkle Schiefer, 3, kleine Kalksteinknollen, welche einer ganz anderen Art sind als diejenigen bei 2 in unsrem Profil, und mehr an denjenigen im Brachiopodenschiefer bei Östbacken in Åsen ganz lokal vorkommenden erinnern. Auch der Schiefer, worin sie liegen sieht jenem ähnlich aus.

Wir kehren zum Profil zurück. Im Liegenden dieses dunklen Schiefers treffen wir ein anderes Schieferniveau, wie die einlagernden grossen Ellipsoiden zeigen. Es ist hier eine alte Schiefergrube, wo man teils die Ellipsoiden im Schiefer stecken sieht, teils sind sie, nach dem Verwenden des Schiefers zum Wegebaumaterial, zurückgelassen, in der Grube aufgehäuft worden. Weiter gegen Ås wurden keine Ellipsoiden mehr beobachtet und der Schiefer war auch demjenigen bei 3 ähnlich. Schliesslich kommt bei 1 der Ortocerenkalk, woraus die Anhöhe besteht, worauf die Kirche liegt. Unser Profil geht also quer über das Thal zwischen den Anhöhen bei Ösa und Ås. Auch hier dürfte das Profil durch gegen SO überkippten Falten gehen, denn es ist nicht wahrscheinlich, dass die Lager zwischen dem Ortocerenkalk und dem Quarzit 500 m mächtig sind.

In der Umgegend von Kyrkås.

Der Kontakt dieser Bildungen gegen mehr kenntliche Silurlager ist nicht beobachtet worden. Aber zwischen Östersund und Kläppe, wo der Quarzit anfängt, sieht man kein anderes Lager als der obenerwähnte Kalkschiefer, welcher mithin auch hier in der Nähe des Quarzits ansteht. Das am meisten hervorragende Gestein ist hier wie an den andern Stellen ein

Quarzit, der bald grau oder grünlich, bald ein typischer Blauquarz ist, der beim Glühen weiss wird. Die täuschende Ähnlichkeit mit dem Blauquarz wird, wie bei dem Quarzit mit *Ph. elliptifrons*, dadurch erhöht dass mitunter eine Varietät mit gelben Pünktchen, die in den Oviksfjell so häufig ist, auch hier vorkommt. Solche Streifen, die auf Sandboden im Meere und auf Fliegsandfeldern vorzukommen pflegen, sind in den Sandsteinen häufig.

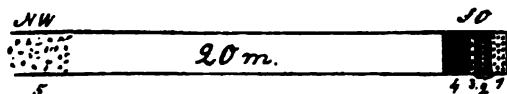


Fig. 9. Profil bei Kläppe in Kyrkäs.

1. Quarzit.
2. Grüner Schiefer mit Quarzitbänken.
3. Quarzit.
4. Grüner Schiefer.
5. Kompakter Quarzit, vorauf das Gehöft Kläppe liegt.

Dieses Profil zeigt die häufige Wechselung der Gesteine dieses Gebiets. Der grüne, mitunter schwarze Schiefer, der überall und nur im Verein mit dem Kyrkäsquarzit vorkommt, hat ein ganz besonders leicht kenntliches Aussehen.

Bei Klumpen in Hammerdal.

Der Quarzit bildet hier eine bedeutende, erdbedeckte Höhe, worauf das Dorf Klumpen liegt. Mitten im Dorf erhebt sich eine steile Quarzitklippe. Unterhalb der Höhe geht ein Graben durch Torf, an dessen Grund der Quarzit die gewöhnliche Wechsellagerung mit dem grünen und schwarzen Schiefer zeigt.

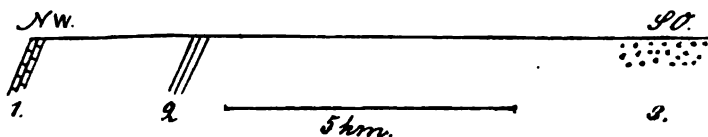


Fig. 10. Profil dem Wege entlang zwischen Torsåsen in Föllinge und Klumpen.

1. Ortocerenkalk bei Torsåsen.
2. Schiefer mit sehr untergeordnetem Quarzit.
3. Quarzit bei Klumpen.

Der oben besprochene grüne Schiefer liegt auf der dem Profil entgegengesetzten Seite des Quarzits.

Zwischen Ockersjö und Klumpen geht in südöstlicher Richtung ein neuer, kaum fahrbarer Weg, welchem entlang das Profil aufgenommen worden ist. Dass der Schiefer bei 2 etwas Quarzit enthält kann, ja auf einer Modifikation des gewöhnlichen schwarzen Schiefers beruhen, denn zum Quarzit in Klumpen gehört er nicht. Auch hier dürfte das Profil durch zusammengeschobenen Lagern gehen.

Schlussfolgerungen über den Kyrkåsquarzit.

Überall, auf allen vier Stellen, wo der Kyrkåsquarzit vorkommt, ist etwa dieselbe Nacheinanderfolge der Lager mit dem Quarzit als letztes Glied beobachtet worden, und zwar obschon die Lager gefaltet worden sind. Bei Storhögen war die Lagerfolge Ortocerenkalk, Schiefer, Schiefer mit Kalkellipsoiden, Kalkschiefer, Quarzit; bei Ås Ortocerenkalk, Schiefer, Schiefer mit Kalkellipsoiden, Schiefer, Quarzit. Auch bei Kyrkås trat der Kalkschiefer in der Nähe des Quarzits hervor, und bei Klumpen lag Ortocerenkalk, Schiefer, Quarzit.

Da nun trotz der Faltung der Schichtserien, und obschon die Profile keineswegs gewählt sind, sondern die einzigen bekannten sind und ganz auf Gerathewohl aufgesucht worden, diese so wohl übereinstimmen, so dürfte daraus hervorgehen, dass der Kyrkåsquarzit ein ganz bestimmtes Niveau in der silurischen Schichtenserie einnimmt. Aber welches? Die bei Bringåsen gefundenen Versteinerungen geben uns hierzu keinen mehr bestimmten Aufschluss, als dass es ein ziemlich hohes ist. Der Quarzit-führende Schiefer bei Störåsen dürfte der Etage 4 in Norwegen angehören, so auch der Kalkschiefer bei Kläppe und Storhögen. Der Schiefer 3 bei Ösa kann der Brachiopodenschiefer sein, welcher in Alsen und Offerdal bis zu 6 a, nach norwegischer Nomenklatur, reicht, und dessen untere Grenze irgendwo in dem oberen Teil der Et. 4 liegen dürfte. Er könnte auch dem Kalkschiefer entsprechen, welcher einem oberen Teil der norwegischen Et. 4 entsprechen dürfte. In dem Kalkschiefer habe ich nie die geringste Spur von Versteinerungen gefunden. Ich kann also über das Alter des Kyrkåsquarzits nichts anderes sagen, als dass seine untere Grenze entweder oben in der Etage 4 oder etwas höher liegt, und dass er möglicherweise auch den Quarzit mit *Phacops elliptifrons* umfasst, welchem er in gewissen Varietäten sehr ähnlich sieht, und welche beiden Quarziten nie in derselben Gegend vorkommen.

Um die Übereinstimmung der sehr langen Profile, worin der Kyrkås-quarzit ein Glied ist, zu verstehen, muss man sich denken, dass die Lager mit gegen oben abnehmender Intensität gefaltet sind, und dass die Erosion mit zunehmender Entfernung von dem widerstandskräftigen Quarzit immer tiefere Lager entblöst hat. Die Abnahme der Intensität der Falten und Überkippungen gegen oben ist eine natürliche Folge von der Unbeweglichkeit des Quarzits, der nicht mit einem Mal anfängt, sondern mittels immer stärker und häufigerer quarzitischer Einlagerungen gegen oben in den mehr kompakten Quarzit übergeht.

Der Wemdaler Quarzit.

Der Wemdaler Quarzit breitet sich von dem Südende des Storsjö bis ins nördliche Dalekarlien und dann weiter in Norwegen hinein aus und bildet eine Reihe grosser Berge und stahlgrau glänzende, öde, sterile Hoch-

gebirge, welche an ihrer südöstlichen Erosionsgrenze gegen die hie und da befindlichen Terrassen aus den unterlagernden kambrisch-silurischen Schichten steil abfallen und gewaltige Abstürze und wilde Schluchten bilden. Diese Terrassen tragen eine besonders üppige Vegetation und sind in diesen Gegenden besonders Gegenstand des Ackerbaues geworden. Selbst habe ich den Wemdalsquarzit nur zwischen Wester-Skucku in Berg und Wemdal gesehen.

Der Quarzit erscheint dem blossen Auge meistens als eine undurchsichtige, einheitliche, weisse Quarzmasse, in welcher dann keine Schichtung beobachtet werden kann. Hie und da wird das Gestein von einer Schicht durchzogen, die aus grösseren Quarzitkörnern besteht, oder gar von einem Einlagerungskonglomerat aus weissen, etwa wallnussgrossen Geröllen. Nördlich von Wemdalen war eine bröckelige Schicht aus sehr grobem Sandstein eingeschaltet. Gleitflächen durchziehen das Gestein.

Mitunter ist's von einlagernden, groben, schwarzen Schieferen gesprochen worden, eine sehr irreleitende Angabe, da die Schieferstücke aus reinem Quarzit bestehen und nur auf der Aussenseite die begrenzende Gleitflächen schwarzgrau überzogen sind. Es sind diese »Schiefer« als etwa horizontale Zonen einer Art Gleitungsbreccien aufzufassen, die an der Stelle entstanden, wo sie liegen, weil der Quarzit eben da mit etwas thonigem Material bemengt war.

Ich liefere jetzt einige Profile durch den Wemdalsquarzit und seine Unterlage.

Zu unterst, Fig. 11, liegt Urgestein, darauf folgt ein Sandstein, welcher wahrscheinlich dem Olenellusniveau entspricht. Hierauf folgt Alaunschiefer mit Bänken und Knollen aus Stinkkalk, worin *P. oelandicus* etc. Der Alaunschiefer ist bröckelig und zerfällt in Stücke, die parallel der Grenze des Quarzits, also in NO, ihre grösste Länge haben. Der Schiefer bildet eine Terasse, welche an ihrer inneren Seite von abgestürzten Blöcken aus Quarzit bedeckt ist und worüber der Quarzit, sich in eine senkrechte Klippe erhebend, ein Plateau bildet, von wo sich fast ganz Jemtland wie eine Karte überblicken lässt. Der Kontakt des Quarzits gegen seine Unterlage ist eben von den gewaltigen Blockanhäufungen verdeckt. Auch ist, ungeachtet die Lage des Wemdalsquarzits, einer Streitfrage wegen, sehr gründlich studiert worden, dieser Kontakt nur an sehr wenigen Stellen beobachtet worden.

Ausser auf den kambrisch-silurischen Lagern Fig. 11 und 12 liegen die Quarzitberge auch direkt auf präkambrischen und postarchäischen Gesteinen.

Dass der Wemdaler Quarzit also diskordant auf seiner Unterlage liegt, ist ausser Frage gestellt. Eine Denudation hat also im Anschlusse an die Ablagerung des Wemdalsquarzits stattgefunden, wodurch dieser diskordant auf seiner Unterlage zu liegen gekommen ist. Es dürfte sich also längs der weitläufigen Südostrand des Quarzits eine Stelle auffindig machen können, wo die Denudation verhältnismässig wenig, oder im besten Falle gar nicht gewirkt hat und wo man also, wenn auch eine kleine süd-

östliche Verrückung des Quarzits stattgefunden hat, wie dies wohl wahrscheinlich ist, hoffen könnte, einen Übergang von den unterliegenden Lagern zum Quarzit zu finden, einen Übergang der in einem Quarzitischen werden der unterlagernden Schiefer bestände oder durch Aufnehmen des Schiefers von Quarzitbänken hervorgerufen sein würde.

Als einen solchen Punkt fasse ich Hallen auf.

Denn teils ist der schwarze Schiefer, welcher hier über dem Ortocerenkalk liegt, das jüngste Glied, welches man unter dem Quarzit gefunden,

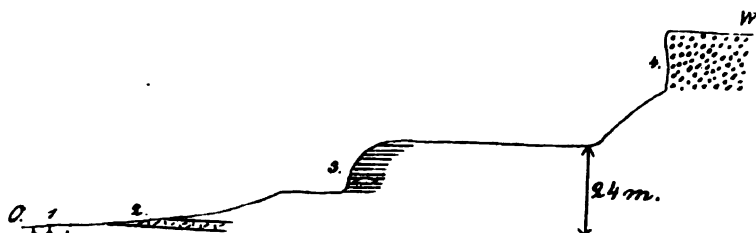


Fig. 11. Profil bei Bingsta in Berg.

1. Urgebirge.
2. Olenellussandstein?
3. Alaunschiefer mit *Paradoxides oelandicus*.
4. Wemdaler Quarzit.

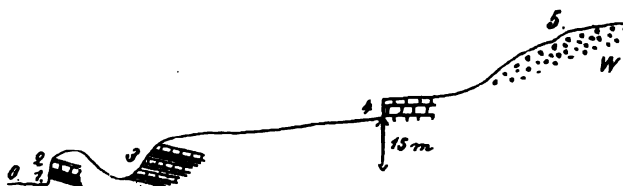


Fig. 12. Profil bei Tossåsen in Åsarne.

1. Stinkkalkbank in *Peltura*.
2. Eine zum Phyllograptusschiefer hörende grüne Kalkbank mit Geröllen.
3. Phyllograptusschiefer mit Bänken und Knollen aus Kalkstein.
4. Ortocerenkalk.
5. Quarzit.

teils wird dieser schwarze Schiefer, wo er in unmittelbarer Nähe des Quarzits untertäuft quarzitisch.

Man könnte sich auch die Sache so denken, dass die Diskordanz dadurch entstanden wäre, dass die Absätzung sandiger Sedimente auf der einen Stelle eher als auf der Anderen begonnen habe, aber dann müssten die in der Nähe anstehenden Lager wenigstens Spuren eines solchen Verhältnisses zeigen. Nun sind aber alle Lager am Fusse der Quarzitberge ganz besonders normal entwickelt. Die Entwicklungsform Ortocerenkalk, der zwar hier wie fast überall in Jemtland ausser bei Brunflo äusserst arm an Versteinerungen ist, erreicht hier die grösste Mächtigkeit, die ich beobachtet, 90 Meter. Vielleicht wird jedoch diese Mächtigkeit von derjenigen

des Kalkberges bei Hafsnäs im Kirchspiel Alanäs übertroffen, welcher wieder an den Strömsquarzit grenzt.

Wenn auch, wie wohl wahrscheinlich ist, der Quarzit ein wenig gegen SO überschoben worden ist, lässt es sich denken, dass die Überschiebung auf eine Weise vorsichgegangen sei, welche die ursprüngliche Stratigraphie wenig beeinflusst hat.

Ehe ich zur Darstellung meiner Auffassung über die Lage des

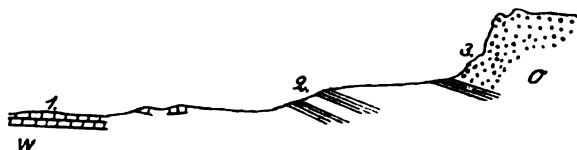


Fig. 13. Profil bei Hallen NV von Åsarne (nach Högbom (7)).

1. Grauer Ortocerenkalk.
2. "Schwarzer zerbröckelter Schiefer", welcher bei 3 "etwas mehr quarzitisch" wird.
3. Quarzit.

Wemdals-Quarzits übergehe, will ich einige Beispiele erwähnen, dass Überschiebungen, einer besonderen Art, sogar innerhalb sonst fast ungestörter Gesteine vorkommt.



Fig. 14. Ortocerenkalk bei Högborn über die Härka in Häggenäs.

In Brunflo, z. B. bei Lunne, wo es ein Steinbruch im Ortocerenkalk giebt, sieht man in dem sehr gleichmässig geschichteten Gigaskalk wie

sich die Bänke gegen einander verschoben haben. Die Lager liegen fast ganz horizontal und ungestört. Die gleichmässige Schichtung, wovon uns Fig. 14 einen Begriff giebt, entsteht dadurch, dass in gewissen Abständen, durchschnittlich 11,7 cm, der reine dichte Kalk Schieferlamellen enthält. Diese ausgeprägten, mit Schiefer bedeckten Schichtflächen sieht man von Gleitungsstreifen fast ganz bedeckt, so dass jede Schichtfläche zugleich eine Gleitfläche gewesen ist. Auch über die Richtung des Druckes, welcher das Phänomen hervorgerufen, geben diese Streifen Aufklärung, denn sie verlaufen NW—SO (Fig. 15) und sind auf eine derartige Weise zerrissen, dass man sehen kann, dass der Druck von NW gewirkt hat. Wenn auch die Gleitung sehr gering ist, kann hierdurch jedoch ein beträchtliches Resultat erzielt werden, da die Streifen auf jeder Bank vorkommen.



Fig. 15. Gleitstreifen im Gigaskalk bei Lunne. b. in Profil.

Ausserdem kommt noch eine andere Erscheinung hinzu. Es haben sich nämlich besondere Überschiebungsflächen, entwickelt, Fig. 16, so wie sie LEO CREMER (4) beschrieben und wie sie in dem sonst ungestörten Glacialthon zu Upsala häufig sind.

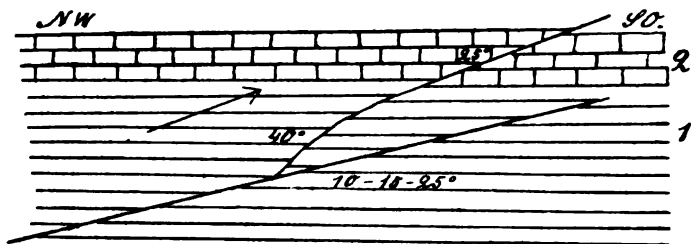


Fig. 16. Überschiebungen im Ortocerenkalk bei Lunne.
1. Gigaskalk.
2. Platyruuskalk.

Auch hier hat die Kraft von NW gewirkt. Die Überschiebungsspalte war etwa 5 m sichtbar und erreichte eine so starke Neigung wie 40° . Die »Sprunghöhe« betrug nur einige cm.

Derartige Überschiebungen dürften in Jemtland nicht selten sein. Bei Föllinge im gefalteten Schiefer mit Quarzitbänken habe ich sie auch beobachtet. Sie laufen da wenig geneigt quer über die Falten.

Ich bin nun der Ansicht, dass keine anderen Überschiebungen den Wemdalerquarzit getroffen haben, dass sie aber hier, weiter gegen Westen, wo die geotektonische Kraft stärker gewesen, einen grösseren Betrag als bei Brunflo erhalten haben. Ich habe den Vorgang, so wie ich ihn mir denke, mittels der Fig. 17 zu versinnlichen gesucht.

Ich bin also der Ansicht, dass der Wemdaler Quarzit etwa in dem oberen Teil der Etage 4 oder mit Et. 5, alles nach den Bezeichnungen BRÖGGER's (2, 3), anfängt. Zur Beurteilung seiner oberen Grenze hat man

nicht den geringsten stratigraphischen Anhalt, und ~~man~~ wird wahrscheinlich auch keinen erhalten, und Versteinerungen werden in dieser Kompakten Quarzmasse auch wahrscheinlich nicht gefunden werden. Doch wäre es sonderbar, ~~wenn~~ die Sandablagerung hier, wo so reichliches Material vorhanden war mit dem Anfang der Et. 6a, der überall durch Sandsteine und besonders Quarzit charakterisiert ist, aufgehört hätte. Aber es kann ja auch die Sandmasse aus dem Silurmeer emporgestiegen sein, eben wegen derselben Veränderungen, welche die Et. 6a zu einem Sandniveau machte.

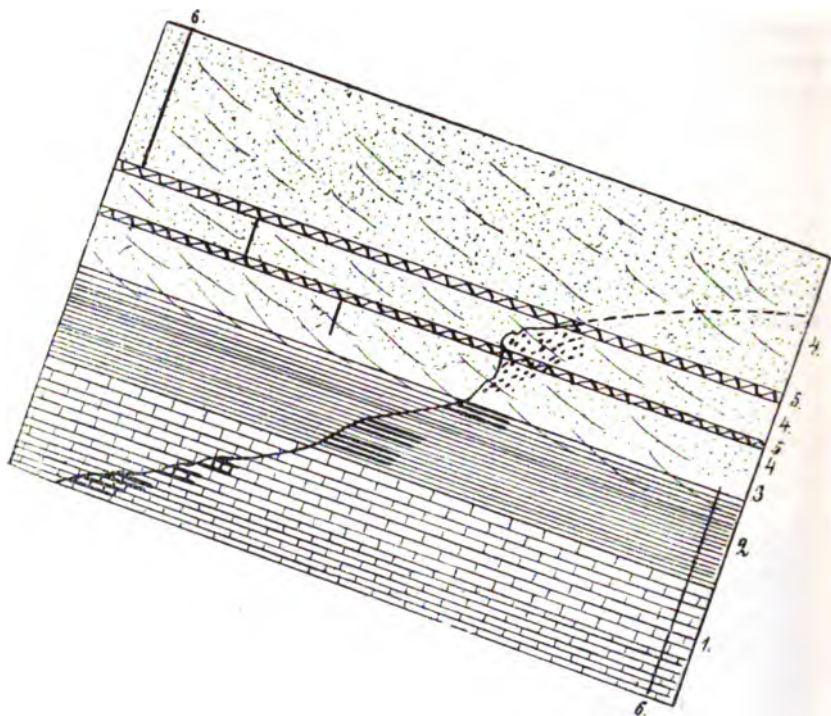


Fig. 17. Schematische Figur zur Deutung der Verhältnisse bei Hallen. Das faktisch beobachtete Profil ist stärker gezeichnet.

1. Ortocerenkalk.
2. Schwarze Schiefer.
3. Hypothetische Übergangszone.
4. Quarzit mit hypothetisch orientierten Gleitflächen.
5. Gleitungsbreccien.
6. Durch die Schiebung gebrochene Linie.

Quarzite zwischen dem Storsjö und den Oviksfjell.

Hierhin gehört auch der Quarzit bei Sunne. Bei Kläppe, Sunne, Mänsåsen, Möckelåsen, westlich von der Mündung des Baches Myån und bei Köfra finden sich kleine von anderen Silurlagern umgebene Quarzitvorkommnisse. Das Gestein hat ganz das Aussehen des Wemdalers Quarzits. Bei Sunne soll er nach LINNARSSON (10) untergeordnete Lager von Thonschiefer enthalten und bei Marby treten in dem Quarzit »konglomeratartige

Lager» auf. Bei Sonne habe ich vergebens einen ganzen Tag darauf verwendet, das kleine Quarzitvorkommen zwischen bekannten Lagern einzuschalten. Die übrigen Vorkommnisse kenne ich nur wenig. Fossilien sind in diesen Gesteinen nicht gefunden worden.

HÖGBOM (8) betrachtet diesen Quarzit der petrographischen Übereinstimmung wegen als Wemdalsquarzit und bezeichnet ihn auch mit derselben Farbe auf seiner Karte. Diese Quarzite kommen aber ganz anders vor als der Wemdaler Quarzit.

LINNARSSON (10) hielt diesen Quarzit für kambrisch, eine Ansicht, die jedoch wenig Wahrscheinlichkeit für sich hat und jedenfalls am einfachsten dadurch erklärt wird, dass LINNARSSON aus den südschandinavischen Silurgebieten, womit er sich hauptsächlich beschäftigt, meistens nur ältere Sandsteine kannte.

Der Quarzit bei Ström.

Der Strömsquarzit setzt sich von Jemtland durch das nördliche Ångermanland bis in das südliche Lappland hinein fort.

Die faktischen Beobachtungen über die stratigraphischen Verhältnisse des Strömsquarzits sind in Jemtland überaus dürftig. Diese Gegend ist auch verhältnismässig wenig recognoscirt worden, so dass man bei einem kurzen Besuche einstweilen wenig Leitung hat, um stratigraphisch entscheidende Lokale aufzusuchen. Auch sind die geognostischen Verhältnisse des Strömsquarzits viel komplizierter als diejenigen des so viel umstrittenen Wemdalsquarzits.

Bei Hillsand und Wedjeön liegt im unteren Teil des Thalabfalles gefalteter, schwarzer, feiner Schiefer mit gröberen Schiefen und Quarzitbänken untermischt, wie am Ufer des Ströms Wattudal SO von Hillsand an einer Menge Stellen beobachtet werden kann. Bei Hillsand habe ich auch einen grünlichen, stengeligen Schiefer ohne Quarzitbänken beobachtet. Bei Petersburg bei Wedjeön überlagerte ein Kalkstein den Schiefer.

Oberhalb dieser sanftere Konturen hervorbringenden Gesteine erhebt sich steil und schorff der Quarzit, jedoch ohne dass ich den Kontakt beobachten konnte. Bei Kopparrökhällarne in Ström liegt ein ganz normal ausgebildeter Alaunschiefer mit Stinkkalkknollen in unmittelbarer Nähe des Strömsquarzits. Bei Hafsnäs am Flåsjö hat der Ortocerenkalk, wo er an den Quarzit grenzt eine Mächtigkeit, welche vielleicht selbst diejenige bei Skälängen übertrifft. Überhaupt habe ich in Jemtland noch keine Aufschlüsse angetroffen, welche über das Alter des Strömsquarzits eine Aufklärung geben könnten.

Aus Lappland dagegen hat Dr. N. O. HOLST (5) von Månsberget am See Ormsjö im Kirchspiel Dorotea ein Profil hervorgegraben, welches ich unten reproduziere (Fig. 18).

Die zwei höheren Kalkbänke enthalten *Olenus gibbosus* WBG. Das Profil ist in seiner ganzen Länge entblösst worden. Auch im unteren

Teil des oberen mächtigen Quarzits sind einige Decimeter starke Schieferlager beobachtet worden. Innerhalb dieser Wechsellagerungszone ist teils der Quarzit hie und da schieferig und teils der Schiefer stellenweise etwas quarzitisch.

Dass also hier 4 Meter oberhalb einer Stinkkalkschicht mit *Olenus gibbosus* der Schiefer unzweideutig und in doppelter Hinsicht zum Quarzit übergeht, ist was ich hier festhalten will.

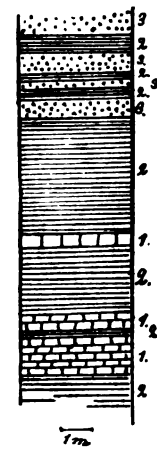
Über das Lokal bei Aborrfallet in Sjougelfven in Ångermanland hat SVENONIUS (14) schon Karten und Profile mitgeteilt. SVENONIUS hat hier in einem schwarzen Schiefer, welcher ausserhalb der Karte Taf. 2 liegt, *Peltura* und *Sphaerophthalmus* gefunden. Rechts von F. auf der Karte hat SVENONIUS die Forchhammerizone gefunden.

Im letzten Sommer machte ich leider in grösster Eile eine Excursion dem südlichen Ufer des Sjougelfven entlang etwa bis C auf der obenerwähnten Karte. Ein Stückchen stromabwärts von C, wahrscheinlich in der Nähe des Fundortes der Olenidenschiefer fand ich in dem schwarzen Schiefer Graptoliten, Fig. 19, des unteren Graptolitenschiefers.

Bei dem Aborrfall fand ich das Profil Fig. 20, welches genau dasselbe ist wie dasjenige von C bis D SVENONIUS', nur sind die Einheiten des Schichtenkomplexes bei mir etwas anders aufgefasst, sowie mir die zwei Kalksteinbänkchen fehlen, welche ich jedoch wahrscheinlich nur übersehen habe, was bei derartigen Kalksteinen leicht ist.

Fig. 18. Profil bei Månsberget nach HOLST.

1. Stinkkalk.
2. Schiefer.
3. Quarzit.



Von diesem Profil schon dürfte man eher auf eine Überlagerung des Quarzits schliessen, und stellt man dieses Profil im Licht des allgemeinen Vorkommens des Strömsquarzits im Verhältnisse zu den kambrisch-silurischen Lagern dieser Gegend, ist die Lage des Strömsquarzits über diesen Bildungen ausser Frage gestellt. Was diesem Profil aber seinen eigentlichen Werth



Fig. 19. Profil unterhalb des Aborrfall.

1. Schwarzer Schiefer.
2. Quarzit.
3. Quarzit.
4. Kalkstein, Stinkkalkähnlich.
- G. Graptolitenfund.

giebt, ist, dass es aus diesem durch Wechsellagerung der Gesteine stattfindenden Übergang, hervorgeht, dass der Quarzit normal, und nicht etwa durch eine Überschiebung, über dem Schiefer liegt und mithin eine silu-

rische quarzitische Faciesbildung ist. Diese Neigung der Lager Quarzit zu werden fing schon im Profil Fig. 19 an.

Vom Strömsquarzit wüsste man denn von jetzt an, dass er unmittelbar nach der Bildung der Zone mit *Olenus gibbosus* oder des unteren Graptolitenschiefers sich abzusetzen anfang.

Thonschiefer mit schwarzen Quarzitbänken.

Etwa Zwischen den Seen Gysen, Hotagen, Löfsjö, Föllingesjö und Sandviksjö in den Kirchspielen Föllinge und Laxsjö breitet sich diese Facies aus. Der Quarzit nördlich von Laxviken gehört nicht hieher, sondern eher dem Strömsquarzit.

Zwischen Holmsjö am Südennde des Gysen und Föllinge geht eine neu angelegte Landstrasse, längs welcher der schwarze Thonschiefer mit Bänken aus Blauquarz, weil der Weg eben aus diesem Material gebaut worden ist, in zahlreichen Aufschlüssen studiert werden kann.

Der Thonschiefer ist rein schwarz, bald ganz fein, bald gröber und glimmerhaltig und bildet alle mögliche Übergänge zum Quarzit, der immer in wenig mächtigen aber desto dichter liegenden Bänken vorkommt. Nie hat sich das sandige Material in grösseren Klumpen angehäuft, wie dies sonst alle Quarzite in Jemtland thun. Das Gebiet ist gefaltet worden und meistens sind die Falten auch überkippt worden, und dann wie gewöhnlich gegen SO. Die folgenden Profile geben einen Begriff von der Wechselung der Gesteinen, Fig. 21.

Ich habe natürlich nur in den mehr schieferigen Gesteinsvarietäten nach Versteinerungen gesucht. Aber das Gestein ist so arm am Versteinerungen, dass ich, trotzdem dass Massen von aufgebrochenem Schiefer überall aufgehäuft da lagen, und obschon ich mehrere Tage gesucht habe, auf einem Punkt nur einige Stückchen von Echinodermstielen, auf einem Anderen ein schlechtes Exemplar eines langen *Diplograptus* gefunden. Nur in den gröbereren Schiefers des unteren Profils Fig. 21 hatten meine Nachforschungen einen besseren Erfolg. Ich fand hier:

Dicellograptus sp.

Climacograptus sp.

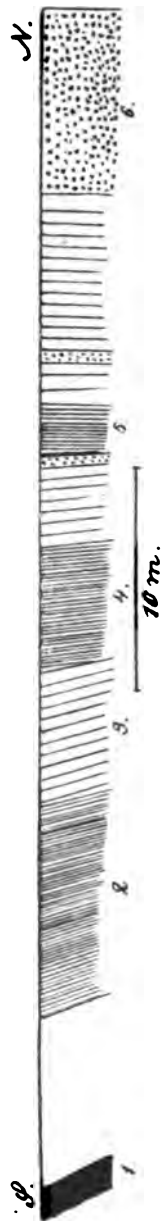


Fig. 20. Profil bei dem Abbrfall.

1. Schwarze Schiefer wie 1 Fig. 19. 2. Grüner stengiger Schiefer. 3. Dichter Quarzit mit vielleicht etwas kalkhaltigem Sandstein in Bänken von 1-5 cm. 4 und 5. Grünlicher dunkler Schiefer, horizontal verschiefert. 6. Blaulicher Quarzit, welcher gen Norden fortsetzt.

Diplograptus sp. und

Nileus armadillo DM, 6 cm lang.

Die *Climacograptus*art war teilweise in Relief erhalten, wie auch einige Exemplare des langen *Diplograptus*. Sie bestanden aus Schwe-

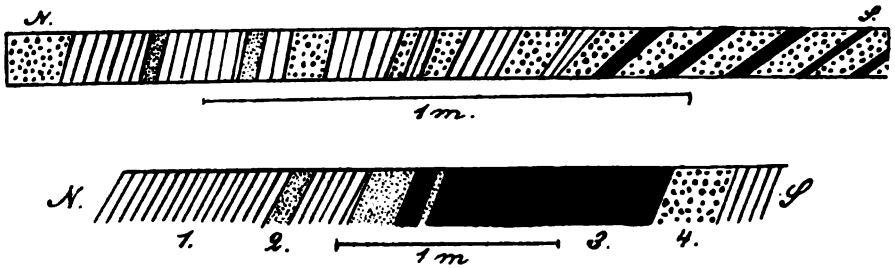


Fig. 21. Profile am östlichen Teil des Weges zwischen Holmsjö und Föllinge.

1. Abwechselnd feiner und grober Schiefer.
2. Feiner Quarzit.
3. Feiner schwarzer Thonschiefer.
4. Blauquarz.

felkies. Ein Rostfleckchen war von zwei teilweise parallel aufeinander liegenden, etwa 6 cm langen, Exemplaren von *Nileus armadillo* veranlasst. *Nileus armadillo* kommt zwar in dem ganzen Ortocerenkalk vor, aber die grosse Hauptform, welcher diese Exemplare gehören, scheint besonders dem Asaphuskalke zu gehören. Der Föllingequarzit dürfte also dem Ortocerenkalk entsprechen und zwar vielleicht eben dem Asaphuskalke.

Sehen wir nun, wie die Folgerungen, zu welchen uns diese Fossilfunde zu berechtigen scheinen, mit den stratigraphischen Verhältnissen übereinstimmen. Die Quarzitführenden Lager kommen westlich von Föllinge eben mit dem Ortocerenkalk in Kontakt.



Fig. 22. Profil von Föllinge dem Wege nach Holmsjö entlang, in einer Ebene senkrecht zum Streichen projiziert, wodurch es statt 7 etwa 4 Km. lang wird.

1. Gestein wie an den Profilen Fig. 21.
2. Thonschiefer.
3. Grauer Ortocerenkalk.
4. Schwarzer, fettiger Schiefer von unbekanntem Alter.
5. Hypothetische Verwerfung.
- G. Gasthof in Föllinge.

Die Höhe, worauf Föllinge liegt, besteht aus sehr verschiefertem Ortocerenkalk. Ob dieser SO vom Gasthof wirklich so einfällt wie auf meinem Profil, darf ich der Verschieferung wegen nicht behaupten, denn ich habe ihn hier nicht in Profil gesehen. Welches Alter der bei 4 in einer Steile anstehende Schiefer hat, weiss ich nicht. Bei 5 dürfte eine Verwerfung sein. Verwerfungen sind in Jemtland verhältnissmässig selten. Über

dem Schiefer bei 4 liegt etwa horizontaler Ortocerenkalk, dessen Verschieferung gegen NW einfällt. Dann kommt ein Thal, worin der Bach fliesst, der in das nordwestliche Ende des Föllingesjö hinausfällt. Auf der anderen Seite dieses Thales begegnet uns wieder der Ortocerenkalk, welcher hier in einem entblösten Kontakt durch das Stärkerwerden der Zwischenlager der Kalkschichten in einen Schiefer übergeht, der bei 1 Quarzitbänke aufnimmt.

Der nordwestliche Seitendruck hat auf die beiden Gesteine, wovon dieses Profil besteht, ganz verschiedene Wirkungen hervorgebracht. Der Schiefer mit Quarzit ist gefaltet worden, die Falten sind gegen SO überschoben und haben sich wider den nicht gefalteten Ortocerenkalk angelehnt. Dieser hat also etwa wie ein Massiv gewirkt. Der Druck, dem jedoch natürlich auch der Ortocerenkalk ausgesetzt gewesen ist, ist aber in diesem Gestein auf eine ganz andere Weise zum Ausdruck gelangt, Fig. 14. Hierdurch sind die gleichmässigen Schichten, wovon dieses Gestein besteht, ungemein dünn oder ungemein mächtig geworden, je nach der Richtung, in welcher die Verschieferung die Schichtflächen getroffen hat.

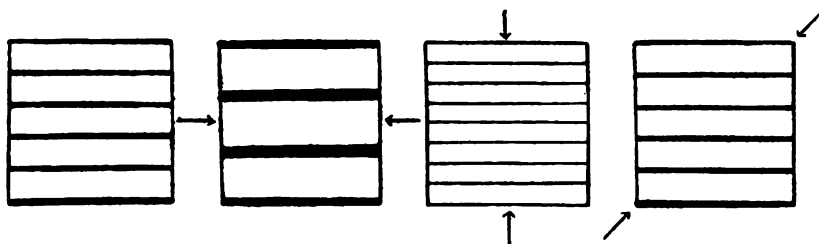


Fig. 23. Pressung des Ortocerenkalks bei Föllinge.

In dem ersten Quadrat, Fig. 23, sehen wir ein Stück Ortocerenkalk, das nicht gepresst worden ist. Der zweite Quadrat ist aus einem Stück aus Föllinge, welches senkrecht gegen die Schichtflächen verchiefert worden ist. Im dritten Quadrat ist die Verschieferung parallel mit den Schichtflächen und in dem vierten bildet sie einen Winkel von 45° mit den Schichtflächen, was natürlich keine Veränderung in der Mächtigkeit der Schichten hervorgerufen hat.

In den Kalkbrüchen ist dieses Verhältniss weniger deutlich, wird aber dennoch leicht beobachtet. Am häufigsten ist der Fall, sowohl in fester Kluft, wie in Blöcken, dass die Schichtflächen mit den Verchieferungsflächen einen grösseren Winkel als 45° bilden, wie dies auch *a priori* aus der nur schwach wogigen Lage des Kalksteins zu erwarten war.

Da dieser Quarzit nur in dünneren Bänken von den bei Bewegungen als Schmiere wirkenden Schieferlagern getrennt, vorkommt, wird die Wirkung des Seitendruckes bei ihm eine ganz andere als bei den übrigen Quarziten, welche stärkere Massen bilden.

Ich glaube überhaupt beobachtet zu haben, dass Sedimentärgesteine

je nach der Intensität ihrer petrographischen Wechselung durch Seitendruck beweglich sind.

Durch den obenerwähnten Unterschied zwischen dem Schiefer mit Quarzit und dem Ortocerenkalk findet das Verhältniss eine hinlängliche Erklärung, dass jener im Profil, Fig. 22, seinen eigenen Aequivalent überlagert. Es bleibt noch übrig, den Übergang zwischen 2 und 3 zu erklären. Wenn man sich denkt, dass der Kalk gegen NW auskeilt und von dem Schiefer ersetzt wird, so ist ja dieser Übergang ein schon *a priori* zu erwartender, so zu sagen, vertikaler Ausdruck des horizontalen Überganges oder der Facieswechsel, und dies schon zu der Zeit, wo die Schichten noch wage-recht waren.

Die Periodizität, welche die gleichmässige Schichtung des Ortocerenkalkes hervorgebracht hat, machte sich nicht innerhalb der Quarzit-Schieferfacies geltend, wenigstens nicht in demselben Maasse, welches zeigt, dass sich, abgesehen von dem Sedimentationsmaterial, andere Verhältnisse in der Genesis des Kalksteins geltend gemacht haben, Verhältnisse, die vielleicht eben gleichmässig geschichteten Kalksteinen eigen sind.

Auch am Nordwestende des Flåsjö und bei Ströms Wattudal kommt diese Facies vor, aber diese Vorkommnisse kenne ich nur wenig und habe keine Versteinerungen darin gefunden.

Bei Gelegenheit der grossen Excursion, welche Herr Professor A. G. HÖGBOM 1893 mit einer Anzahl Studenten aus Stockholm und Upsala durch das mittlere Schweden unternahm, richtete ich in Ragunda die Aufmerksamkeit meiner Kameraden auf die silurischen Blöcke einer Sandgrube daselbst. Es wurde mir dann von Herrn Bergsingenieur GUSTAF HALLBERG auch ein Stückchen eines quarzitischen Schiefers gebracht, worin er ein Fragment eines Graptolits gefunden hatte. Der Schrammenrichtung wegen dürfte dieses Stück, es sei nun, dass es mit der ersten oder zweiten Vereisung transportiert worden, eben aus dem nördlicheren Verbreitungsgebiet dieser Facies stammen.

Der Blauquarz in den Ovixsfjell.

Westlich vom Storsjö verschwinden allmählig die Kalksteine, und die Formation wird von einer Facies aus groben Thonschiefern vertreten, welche am Ostrande von dem Hochgebirge den Ovixsfjell ziemlich schnell in eine dritte Facies aus deutlich geschichtetem Quarzit übergeht. Ursprünglich hatte man also hier eine horizontal liegende Schieferfacies, im Westen von welcher hineinragende Quarzitbänke auskeilten und in deren östliche Teile Kalksteine, besonders der Ortocerenkalk, auskeilte. Jetzt ist aber das ganze zusammen- und übereinander-geschoben worden, so dass die Schiefer über der Kalkfacies, die Quarzitfacies hinwieder über jener liegt.

Gegen W, wo die immer dichter werdenden Quarzitbänke den Schiefer fast gänzlich verdrängen, wird das Gestein auch weniger faltbar

und verhält sich geotektonisch mehr massivartig und dürfte einheitlich über seine mehr plastische Facies hinausgeschoben worden sein.

Zur Ermittlung des Alters des Blauquarzes, der selbst nie Versteinerungen enthält, eigneten sich natürlich nur die im Blauquarz einge-

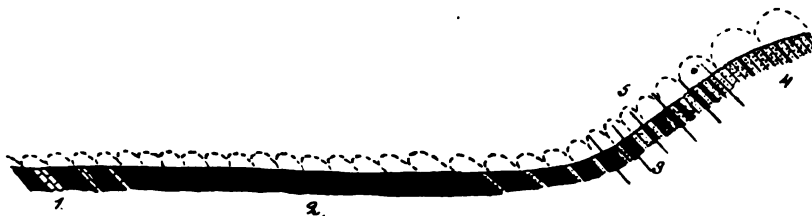


Fig. 24. Schematisches Profil vom Storsjö zum Ostrand des Sällsjöfjell.

1. Ortocerenkalk.
2. Schieferfacies.
3. Übergangszone.
4. Quarzitfacies.
5. Luftsatteln.
6. Überschiebungsebene.

schalteten westlichen Ausläufer der Schieferfacies. Dass diese Vorkommnisse von milden schwarzen Thonschiefen mitten im Blauquarz nicht sekundärer Natur sind, geht aus den häufigen petrographischen Übergängen und der Wechsellagerung der beiden Gesteine hervor, die so intim ist, dass der eingelagerte Schiefer selbst Einlagerungen aus Blauquarz enthält, die mitunter so dünn sind, dass sie nur die Dicke eines einzigen Quarzkörnchens haben. Von einer Einpressung der Schiefer in den Quarzit kann es also keine Rede sein.

Solche Vorkommnisse von Schiefen im Blauquarz sind keine seltenen. Ich habe im letzten Sommer ihrer Mehrere aufgefunden. Beim Bau des



Fig. 25. Schiefereinlagerung bei Bydalen.

1. Blauquarz.
2. Schwarzer Schiefer.
3. Schiefer mit Quarzitbänken.

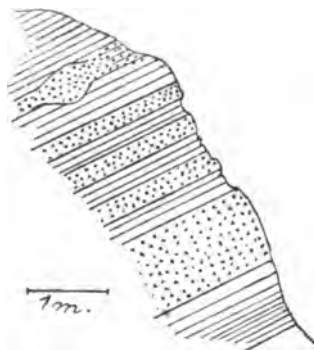


Fig. 26. Profil aus der Schlucht oberhalb Hövallen, Westerfjell oder Sällsjöfjell.

neuen Weges, welcher von Hallen nach Bydalen leitet, sind auf mehreren Stellen Aufschlüsse entstanden, worin Schiefereinlagerungen entblösst worden sind.

In einer teilweise schneegefüllten Schlucht oberhalb der Sennhütte Hövallen habe ich eine ganze Serie Schiefereinlagerungen beobachtet, die ein flaches Gewölbe bilden. Zu diesem gehört die Fig. 26.

Am Südende der Schlucht Dromskåran zwischen Drommen und Falkfångarfjell findet sich auch eine derartige Einlagerung schwarzer Schiefer. Selbst die Lage dieser Erosionsklüfte und des Thals, worin der Fusspfad über das Hochgebirge Westersfjell vom Sällsjö nach Bydalen verläuft, ist von dem etwa nordnordöstlichen Streichen mehr schieferiger oder sandsteinsartiger Varietäten des Quarzits bedingt worden.

Alle diese mehr westlichen und mithin kleineren Einlagerungen haben aber alle das gemeinsam, dass sie, eingeschaltet wie sie sind in dem harten, wenig plastischen Quarzit, sehr arg verschiefert worden, wobei die Verschieferungsflächen parallel mit den Schichtflächen geworden sind. Die Folge davon ist, dass alle Versteinerungen, die ohne Zweifel einst dagewesen, verdorben worden sind. Obschon ich mich im letzten Sommer vierzehn Tage damit beschäftigt, in dieser jedoch ziemlich beschränkten Gegend sehr westliche Schiefereinlagerungen aufzuspüren und Fossilien darin zu suchen, habe ich kein einziges Fossil gefunden. Obgleich schon diese Schiefereinlagerungen selbst gewissermassen als kambrisch-silurische »Leitfossilien« betrachtet werden können, geben sie jedoch keine nähere Auskunft über das Alter des Quarzits. Hierüber weiss ich also bis jetzt nicht mehr, als ich schon 1893 berichtete, nämlich dass er von dem oberen Olenidschiefer bis zum mittleren Graptolitenschiefer reicht.

In seinem nordöstlichen Streichen geht der Blauquarz in ein Aequivalent aus gebanktem, groben Schiefer über.

Zusammenfassung.

Die Tabelle.

Auf der beistehenden Tabelle steht zu oberst ein in mehrere Teile eingeteilter Strich, welcher die normale Ausbildung der kambrisch-silurischen Schichtserie in Jemtland bezeichnet. Dieser Strich nimmt die ganze Breite der Tabelle ein, ist aber auf einer Stelle unterbrochen. Diese Lücke bedeutet nur, dass ich mich einstweilen nicht habe entschliessen wollen, welche Facies ich als normal betrachten sollte.

Die unterste Linie soll die norwegische Schichtserie nach BRÖGGER (1, 2, 3) vorstellen.

Zwischen diesen beiden Strichen habe ich dasjenige eingeführt, was ich als Faciesbildungen des normalen Silurs betrachte. Wenn hier zwei Striche in der Verlängerung von einander liegen, bedeutet das nicht, dass sie auf irgend eine Weise zusammengehören, nicht dass sie Teile eines und desselben unterbrochenen Striches sind. Jeder Strich bedeutet die vertikale Verbreitung einer Faciesbildung. Die nordwestlichen tuffführenden Faciesbildungen, mit denen ich mich wenig beschäftigt, sind nicht

mit eingetragen worden. Dass so viele Faciesbildungen eingezeichnet worden sind, bedeutet nicht, dass der Facieswechsel so intensiv ist, dass so viele verschiedenartige Abänderungen der Schichten vorkommen, sondern beruht zum grossen Teil darauf, dass mein Material es noch nicht erlaubt z. B. Vorkommnisse verschiedener Lokalitäten zusammenzuführen. Es sind mehrere Faktoren, welche vielleicht wenigstens zum Teil schon jetzt hätten berücksichtigt werden und wodurch die Zahl der Faciesbildungen hätte reduziert werden können. So z. B. braucht eine Ablagerung von Sand nicht überall auf demselben Niveau anzufangen, um die künftigen Quarzities einheitlich zu machen. Ich hätte z. B. den Strömsquarzit + den Wemdalsquarzit als Einheit betrachten können und ganz einfach die sandige Sedimentation dieser Facies im Norden eher anfangen lassen als im Süden u. s. w. Aber teils hätte ich diesen Gesichtspunkt jetzt nicht durchführen können, teils habe ich ihn unbewusst und ganz zufällig gewissermassen für die Karte jetzt schon verwendet.

Die Karte.

Als Material meiner Karte habe ich mit nur geringfügigen Änderungen die Karte HÖGBOM's (8) verwendet.

Mit licht Blau habe ich die nordwestliche Facies bezeichnet, mit Blau die normale Lager. Mit Roth habe ich den Strömsquarzit, den Kyrkåsquarzit, den Quarzit bei Sunne und westlich vom Storsjö und den Wemdalsquarzit bezeichnet; mit Violett bezeichnete ich den Schiefer mit Quarzitbänken im nördlichen Jemtland und bei Föllinge und den Blauquarz der Owiksfjell. Braun legte ich den dem Blauquarz verwandten gebankten Schiefer NO von den Owiksfjell. Um so wenige Farben wie möglich nöthig zu haben, wählte ich die Farben eben so, wie oben angegeben ist, und theilte nach dem petrographischen Habitus die Gesteine der Quarzities in zwei verschiedene Gruppen ein. Die erste Gruppe, die mit Roth bezeichnete, besteht aus mehr massiven, meistens undeutlich geschichteten Quarziten. Die Zweite besteht aus den sehr deutlich geschichteten Quarziten, zu denen ich in dieser Beziehung auch den gebankten Schiefer rechne.

Als nun aber die Karte gemalt war, kam ein ganz unerwartetes Bild zum Vorschein. Es hatten sich nämlich die Quarzite der ersten Gruppe in eine östliche, diejenige der Zweiten in eine westliche Streife geordnet. Weiter fand sich, dass die westliche Quarzitreihe im allgemeinen älter ist als die östliche. Dieses gilt nicht im nördlichen Jemtland, aber hier begegnen und decken sich auch die zwei Quarzitstreifen. Die auf Grund des petrographischen Habitus gewählte blosse Zweiteilung war also gut geraten und hatte sich als natürlich erwiesen.

Was bedeutet nun diese Verbreitung der litoralen oder litoralwärts gelegenen Flachseebildungen in Beziehung auf die ehemaligen geographischen Verhältnisse zur Zeit der Bildung der sandigen Sedimente?

Erstens ist es möglich, dass die gegenseitige Lage der beiden Quarzitreihen Resultat nur rein geotektonischer Faktoren ist. Es können nämlich die beiden Reihen im Norden zusammentreffen, nur weil die Faltung gegen Westen stärker gewesen wäre, so dass der westliche Quarzit den Ostlichen so zu sagen eingeholt hätte. Weiter ist es möglich, dass der Wemdalsquarzit und der Blauquarz unter der sie trennenden Überschiebungsscholle zusammentreffen. Dass sie petrographische Übergänge zeigen, ist schon öfters hervorgehoben worden (8, 15).

Am wahrscheinlichsten dürfte es jedoch sein, dass die zur Bewegungsrichtung der Falten senkrecht verbreitete Quarzitreihen vor der Faltung weiter von einander entfernt waren als jetzt.

Demnach dürfte man anzunehmen berechtigt sein, dass die zweifache Verbreitung der Quarzite auf zwei Situationsperioden eines verschiedenen Alters des Ufers hindeuten und auf eine successive Verschiebung des Ufers gegen OSO, was sich auch mit dem Übergang des Blauquarzes in den Wemdalsquarzit gut verträgt.

Schwerer ist es aber zu entscheiden, auf welcher Seite der Quarzitstreifen das ehemalige Land lag, deren Küsten verschoben worden sind.

Es liegt nicht fern anzunehmen, dass die Gebirgsbildung schon während der kambrisch-silurischen Zeit angefangen hätte, was leicht eine Hebung des Meeresbodens in NW hätte hervorrufen können. Eine Folge dieser Hebung wäre natürlich gewesen, dass auch quarzhaltige Gesteine der Erosion anheimgefallen wären und das quarzitisches Sedimentationsmaterial geliefert hätten. Für eine westliche Lage des Landes spricht die schon öfters erwähnte Neigung der Schichten eben gegen Westen in Quarzite überzugehen und weiter der von HÖGBOM (9) nachgewiesene Umstand, dass die norrländischen Flüsse schon gleich nach dem Aufsteigen der Silurschichten aus dem Meere angefangen haben ihre jetzigen Erosionsrinnen auszugraben, und dass sie schon damals in derselben Richtung flossen, was natürlich wieder eine Folge der im Westen thätigen Gebirgsbildung war. Dieses Moment in der Entwicklungsgeschichte unserer norrländischen Flussläufe setzt voraus, dass die Silurformation eine weitere Verbreitung gegen Osten gehabt und ganz Norrland bedeckt hat.

Eine Lage des Landes westlich von den Quarzitstreifen hätte natürlich mit sich bringen sollen, dass westlich von den Quarziten keine marinen Lager hätten gebildet werden können, welche mit den respektiven Quarziten aequivalent wären und der Flachsee angehört hätten. Soweit man bis jetzt beurteilen kann, ist das auch nicht der Fall. Dagegen liegen alle Bildungen jungsilurischen Alters westlich von der westlichen Quarzitstreife. Diese Ablagerungen enthalten aber auch einen Quarzit und zwar einen mit sehr weiter Verbreitung, den Quarzit mit *Phacops elliptifrons*, welcher auch im südlichen Norwegen vorkommt. Entweder muss also das Meer während dieser späteren Zeit wieder transgrediert haben, oder muss man das Vorkommen des Quarzits mit *Phacops elliptifrons* aus einem besonderen Verlauf der Küstenlinien mittels Inselgruppen oder dergleichen

lokalen Verhältnissen erklären. Er hat ja auch eine ziemlich unbedeutende Mächtigkeit und ist wenig anhaltend.

Jedoch muss das Vorkommen dieses Quarzithorizonts seiner grossen Verbreitung wegen eine generelle Erklärung haben.

Das noch zu ermittelnde Alter der nordwestlichen Facies habe ich nicht berücksichtigen können. Sie gehört auch eigentlich der Westseite der Hochgebirge.

Litteraturverzeichniss.

BRÖGGER, W. C.:

1. Die silurischen Etagen 2 und 3 im Kristianiagebiet und auf Eker.
Universitätsprogramm für 2 Sem. 1882.
2. Spaltenverwerfungen in der Gegend Langesund—Skien.
Nyt Magazin for Naturvidenskaberne Bd. 28. 3 und 4. 1883.
3. Geologisk Kart over øerne ved Kristiania.
Nyt Magazin for Naturvidenskaberne. Bd. 31. 2. 1887.

CREMER, LEO:

4. Die Ueberschiebungen des Westfälischen Steinkohlengebirges.
»Glüchauf« 1894. No. 62, 63, 64, 65.

HOLST, N. O.:

5. Om en mäktig qvatsit, yngre än olenus-skiffer. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar N:o 120. Bd 11. Häft. 1, p. 33 1889 und S. G. U. Ser. C. 104.

HÖGBOM, A. G.:

6. Om förkastningsbreccior vid den Jemtlandska silurformationens östra gräns.
Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar N:o 102. Bd. VIII H. 4. p. 353. 1886.
7. Om kvartsit-sparagmitområdet mellan Storsjön i Jemtland och Riksgränsen söder om Rogen.
Ibid. N:o 122. Bd XI H. 3. p. 123. 1889 und S. G. U. Ser. C. 104.
8. Geologisk Beskrifning öfver Jemtlands Län. Med 1 karta.
Sveriges Geologiska Undersökning Ser. C. N:o 140. 1894.
9. Installationsvorlesung 1897.

LINNARSSON, G.:

10. Anteckningar om den kambrisch-siluriska lagerserien i Jemtland.
Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar Bd 1 N:o 3. 1872.
11. En egendomlig Trilobitfauna från Jemtland.
G. F. F. Bd. II, p. 491. 1875.

LUNDBOHM, HJ.:

12. Karta öfver Berggrunden i Vesternorrlands län. S. G. U. Ser C. Noch nicht erschienen.

MOBERG, J. CHR.:

13. Om skiffern med Clonograptus tenellus, dess fauna och geologiska ålder.
Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar N:o 142. Bd 14 H. 2. p. 87, 1892 und S. G. U. Ser. C. N:o 125.

SVENONIUS, FR.:

14. Om »Sevegrupper» i nordligaste Jemtland och Ångermanland samt dess förhållande till fossilförande lager. G. F. F. N:o 67, Bd V, N:o 11. 1881.

S. G. U. Ser. C. N:o 45.

TÖRNEBOHM, A. E.:

15. Grunddragen af det Centrala Skandinaviens Bergbyggnad. Mit einem Résumé in deutscher Sprache. Mit einer Karte. K. V. A. Handl. Bd 28 N:o 5. 1896.

WIMAN, C.:

16. Über die Silurformation in Jemtland.
Bull. of the Geol. Instit. of Upsala. 1893.

Karten.

ALBIN, J. A.:

Karta öfver Jemtlands län. 1:200000. 1885.

Generalstaben:

Generalkarta. Mellersta delen. 1:1000000. 1877.

Generalstaben:

Karta öfver trakten kring Östersund. 1:100000. 1895.

Erklärung der Tafeln.

Pl. V.

Quarzit mit *Phacops elliptifrons*.

1. Profil durch die Hügel bei Kluk.
2. Detail von der Südseite des Hügels *b* im Profil 1.
3. Detail von dem Nordende des Hügels *c* im Profil 1.
4. Der Hügel *d* im Profil 1 von der Südseite gesehen.
5. Das Auskeilen des Quarzits im östlichen Teil des Hügels *f* im Profil 1.
6. Kartenskizze vom südlichen Ende des östlichen Quarzits im Hügel *e* im Profil 1.
7. Gedachte Deutung des Zusammenhanges der Hügel *d* und *e* im Profil 1.
8. Kartenskizze an der nördlichen Spitze der Hügel *b* und *c* im Profil 1.
9. Überkippte Falte bei Berge in Offerdal. Das Schwarze ist *Turriculatusschiefer*.
10. Profil bei Ede in Offerdal.
11. Kartenskizze von Pelsve in Alsen.
12. Schieferbruchstück im Quarzit der Fig. 13.
13. Profil bei Ede in Offerdal, ganz in der Nähe des Profils 10. [Nach HÖGBOM (8).]
14. Profil bei Nordbyn in Alsen.
15. Profil bei Westbacken in Alsen.

Pl. VI.

Vertikale Verbreitung der Faciesbildungen in Jemtland.

Pl. VII.

Karte der kambrisch-silurischen Bildungen in Ångermanland, Jemtland und Herjedalen. Hauptsächlich nach HÖGBOM (8).

B = Blauquarz

Q = Schiefer mit Quarzit

S = Strömsquarzit

K = Kyrkåsquarzit

V = Wemdalsquarzit

Ostlich von den Kambrisch-silurischen Bildungen liegen nicht bezeichnete Urgesteine etc. Den westlichen Teil nehmen die überschobenen Schollen zum grossen Teil ein.



The Students' Association of Natural Science. Upsala.

Geological and Physico-Geographical Section.

Meeting on Jan. 31st, 1896.

The following Officers were appointed; namely,
for the term: P. J. HOLMQUIST, Secretary.

J. G. ANDERSSON, Reporter.

O. FR. ANDERSSON, »

for the year: C. WIMAN, Redactor.

Meeting on Feb. 14th, 1896.

1. Herr J. G. ANDERSSON showed some geological pictures by means of a magic lantern, the same that have been employed at the lectures at the »Workmen's Institute» of Upsala.

2. Herr BENEDICKS discussed some papers by HELLOISAN and MOISSAN on the qualities of natural and artificial Graphite.

3. Herr C. WIMAN reported JOH. WALTHER: »Die Korallenriffe der Sinaihalbinsel».

4. Herr J. G. ANDERSSON gave an abstract of his paper: »Till frågan om de baltiska post-arkæiska eruptivens ålder». Geolog. Föreningens i Stockholm förhandlingar N:o 170, 1896. Bd 18, H. 2.

5. Herr P. J. HOLMQUIST gave a short account of the experiments made in order to produce crystallized calcite from fusions. The reporter had obtained crystallized calcite from fused carbonate of soda, in which calcite is easily dissolved without effervescence into a clear mass which does not turn opaque, until a greater quantity of calcite is added to it, than that which corresponds to $1\text{CaCO}_3 : 3\text{NaCO}_3$.

Meeting on Feb. 28th, 1896.

1. Herr O. FR. ANDERSSON reported JESSEN's exposition of the geological observations of »Opmaalings-expeditionen til Julianehaabs distrikt 1894».

2. Herr O. APPELBERG lectured on »Ancient and Recent Opinions regarding the Causes of the Variations in the Height of the Water in the Swedish Streams and Lakes».

3. Herr P. J. HOLMQUIST showed and described the mineral Boléite, of which some fine crystals together with a collection of shells had been presented to the Geological Institution of Upsala by Professor CH. BEAUGRAND of Havre. The interpreter pointed out, that, by supposing the plane (053) as (075), one could get the symbol $1:1:0,70711$, the same figures that BAUMHAUER has found for Boracite and Perowskite.

Meeting on March 13th, 1896.

1. Herr MUNTKE gave a lecture on: »Recent Attempts to Subdivide the Quaternary Age». After an account of the different conceptions of this question among the glacialists of Switzerland, England, America and Scandinavia, as well as of the historical development of these different conceptions, the lecturer gave a resumé of the observations, in consequence whereof the Swiss and Scandinavian glacialists assume three different glaciations and two interglacial periods during the Quaternary Age.

1. Herr G. HELLSING showed some crystals of Saccharine and reported on W. J. POPE's observations on the enormous phosphorescence of these crystals, when crumbled.

Meeting on March 27th, 1896.

1. Herr J. G. ANDERSSON gave an account of his paper: »Über cambrische und silurische phosphoritführende Gesteine aus Schweden. (This Bulletin 1895.)

Meeting on April 17th, 1896.

1. Herr O. FR. ANDERSSON read his paper: »Über die quartäre Lagerserie des Ristinge Klint auf Langeland». (This number of the Bulletin.)

2. Herr C. WIMAN reported RUEDEMANN's »Note on the Discovery of a Sessile *Conularia*», and S. L. TÖRNQUIST's »On the Appendages of Trilobites», and also showed a richly illustrated work: »The Great Barrier Reef of Australia», by W. SAVILLE-KENT.

3. Herr P. J. HOLMQUIST reviewed JOH. CHR. MOBERG: »Untersuchungen über die Grünsteine des westlichen Blekinge».

Meeting on May 7th, 1896.

1. Herr P. J. HOLMQUIST reported W. C. BRÖGGER: »Die Eruptionsfolge der triadischen Eruptivgesteine bei Predazzo in Südtirol».

2. Herr J. G. ANDERSSON reported W. RAMSAY's »Till frågan om det seneglaciala hafvets utbredning i södra Finland». (Fennia, 12, 1896.)

Meeting on Sept. 18th, 1896.

The following Officers were appointed; namely,

for the term: P. J. HOLMQUIST, Secretary.

J. G. ANDERSSON, Reporter.

C. BENEDICKS, »

Meeting on Oct. 2nd, 1896.

Herr J. G. ANDERSSON reported J. F. POMPECKJ's »Die Fauna des Cambrium von Tejrovič und Skrej in Böhmen» and RAUF: »Über angebliche Organismenresten in præcambrischen Schichten von Bretagne».

Meeting on Oct. 24th, 1896.

1. Herr J. G. ANDERSSON gave an account of his researches of the downs of Gotska Sandön, Fårön and the North of Öland. Within these three regions a simular series of older and younger downs occur, between the formation-time of which there have been periods, during which the quicksand was fixed by vegetation. This circumstance was explained by BLVTT's wellknown theory of alternating periods of dry and damp climate.

Further the reporter had studied on Gotska Sandön the phenomena, that stand in connection with the sand-blast wearing, and by this means had won quite certain proofs of the theory of the formation of facetted blocks through sand-blast wearing, and herewith the objections to this theory, raised by the Dane STEENSTRUP, could be considered as disproved.

Finally the reporter mentioned the strange mixture of remains of land animals and fresh-water animals, on the one hand, and marine animals on the other hand, which are found in the downs, a circumstance of importance to the interpretation of the formation of sandstones poor in fossils.

2. Herr C. WIMAN gave an account of the Cambrium of the Gulf of Bothnia, which was divided into:

Slates with *Shumardia*,
Strata with *Obolus*,
Sand-stone without fossils,
Strata with *Olenellus*.

3. Herr P. J. HOLMQUIST gave an account of the geology and the mineralogical and petrographical features of the Ruotivara-ore and of the so-called Ruotivarite.

4. Herr K. KJELLMARK reported his paper: »Une trouvaille archéologique faite dans une tourbière au nord de la Néricie. (This number of the Bulletin.)

Meeting on Oct. 30th, 1896.

1. Herr C. WIMAN gave an account of his paper: »Über *Dictyonema cavernosum* n. sp. (This number of the Bulletin).
2. Herr H. MUNTHE reviewed H. BERGHELL: »Bidrag till kännedom af södra Finlands quartära nivåförändringar». (Fennia 13, 1896.)
3. Herr P. J. HOLMQUIST gave a short account of J. W. RETGERS: »Versuche zur Darstellung neuer schwerer Flüssigkeiten zur Mineraltrennung». (Neues Jahrbuch 1896, II, Heft. 2.)

Meeting on Nov. 13th, 1896.

1. Herr O. P. DAMM reviewed L. V. PIRSSON: »The Monchiquites or Analcite Group of Igneous Rocks».
2. Herr J. G. ANDERSSON opened a discussion: »On a Rational Bathymetrical Terminology».

The numerous attempts to make a division of the sea into bathymetrical regions, that have been made by different authors, could be divided into two groups, partly such as tend to a division, founded on the bathymetrical extension of the marine flora and fauna, into a great number of zones of rather local importance, partly those which aim at a distinction of a few more general bathymetrical main types. The opener wished to confine the discussion to the last group of divisions.

The bathymetrical nomenclature, that has hitherto been prevailing among the geologists, indicates only two main types, the littoral and the deep-water regions. These two regions have been limited in highly different ways by different authors and, partly from this reason, partly on account of the circumstance that the same sediment has often been numbered by different authors now to one, now to another of these two main types, there had arisen a confusion in the literature, which for the time being almost makes a general view of the bathymetrical nature of the sedimentary beds impossible.

Already this circumstance seems to give to understand that between the two extremities above mentioned a third bathymetrical region might be found in nature, whose sediments have been counted now to the littoral, now to the deep-water region, when the artificial bipartition was made.

As a beginning to a more natural nomenclature the opener also considered the division proposed by WALTHER into three head-groups, the littoral, the shallow-water, and the deep-water regions.

The *littoral* region includes, according to WALTHER, the sea-shore between high und low water marks. As, however, certain coasts are quite

destitute of tide, the lower limit of the region might in a more general way be fixed as the level, where the water ceases to corrade.

For fixing the lower limit of the shallow-water region there are several ways. Either it may be assumed to be situated at the »continental line» (200 m.) or at the limit of assimilation (400 m.).

The proper thing would be to consider the region below 2—900 m. as a zone of transition between the shallow-water and the deep-water regions.

The *deep-water* region includes the oceans outside the continental line or the aphotic part of the ocean below the limit of assimilation.

After the opening-discourse an animated discussion ensued, in which Herrar HEDSTRÖM, MUNTHE, WINGE and the opener took part.

Herr HEDSTRÖM gave an exposé of bathymetrical terms of different writers, as GÜMBEL, FUCHS, STUXBERG, MURRAY and WALTHER. He held forth, that the bipartition of the deposits was the geological division, but the division into three, on the contrary, inapplicable to geology, being founded on points of view that had no geological importance.

Herr MUNTHE wanted to divide the deep-water in to two parts: 1) the shallower deep-water next below the continental plateau, of whose deposits the foraminiferæ-mud is characteristic, and 2) the abyssal part, where the red clay is deposited.

Further he pointed out that, as ripplemarks sometimes are found at a depth of 200 m., one might draw the boundary of the littoral region as far as that depth.

Herr WINGE was of opinion that one could start from either of two points of view: one physico-geographical and the other geological, and considered that one ought to be content with the simpler division.

Herr J. G. ANDERSSON pointed out that it certainly was true, that conglomerates *might* be found in great depths, and that the sea, for instance on banks in the ocean at a depth of 180 m, *might* be corradng. But these phenomena, as well as deposits of coarse sediment in deep water beside the coral-reefs were exeptions, and had nothing to do with the true littoral formation.

Against Herr MUNTHE's proposal the opener held forth that the division of the deep-water was outside the question, in as much as abyssal sediments certainly do not occur in any quantity worth mentioning among the geological formations. So-called »ripple-marks» might have played too great a part in the literature, as similar marks are found on the surface of the downs.

The opener further accentuated, that the proposed division into three

also could be considered practical, seeing it was a more natural one, than the old bipartition. Surely the application thereof on the geological deposits meets with difficulties; a better order would be gained by the adaption of the new terminology, where such a thing were possible.

Herr WINGE warned against introducing too many new terms; and proposed to complete the old bipartition by subdivisions.

Herr HEDSTRÖM wanted to know which deposits the opener considered littoral.

Herr J. G. ANDERSSON answered that he considered as littoral such deposits as showed traces of corrasion by the waves or of being formed between high and low water marks, or contained footprints of land animals. — As an example of the uncertainty in the terminology still in use, the opener mentioned that NEUMAYR counts the orthoceratite limestone as a deep-water sediment, while NATHORST designates it as a littoral formation.

Herr HEDSTRÖM was of opinion, that these authors only differed regarding the formation of the orthoceratite limestone, not regarding the sense of the different terms.

Herr ANDERSSON held the want of a rational bathymetrical terminology to be the true cause of this uncertainty, too.

Meeting on Nov. 27th, 1896.

1. Herr MUNTHE reported F. W. HARMER: »On the Pliocene Deposits of Holland and their Relation to the English and Belgian Craggs (Quarterly Journal of Geol. Soc. 1896).

2. Herr WINGE reported TURTON: »Über das Wesen der Einheit der Krystallstruktur».

Meeting on Dec. 11th, 1896.

1. Herr G. HELLSING reviewed some papers by JANNASCH on the employment of boracic acid for making silicates and rocks soluble.

2. Herr C. SÖDERSTRÖM reviewed RAMMELSBERG: »Zur Theorie der Plagioklasmischung».

3. Herr P. J. HOLMQUIST reported HERMANN TRAUBE: »Beiträge zur Kenntniss des Rutils, Cassiterits und Zirkons», and in connection herewith RETGERS' utterances on the same minerals and on the occurrence of so-called solid solutions in the mineral kingdom.



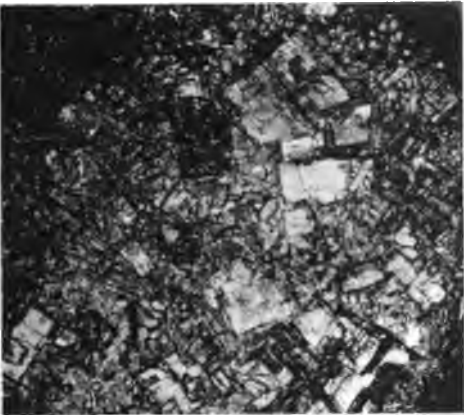


Fig. 1



Fig. 2



Fig. 3

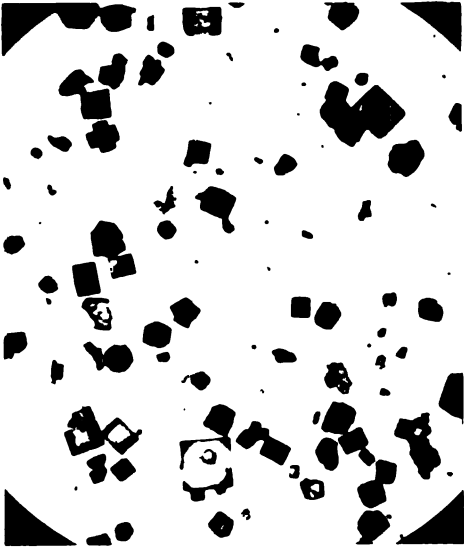


Fig. 4

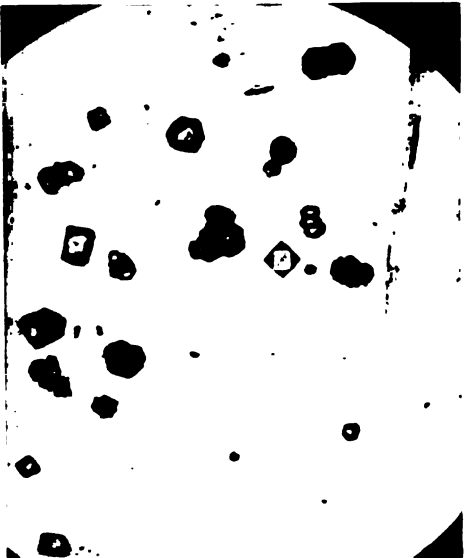


Fig. 5



Fig. 6

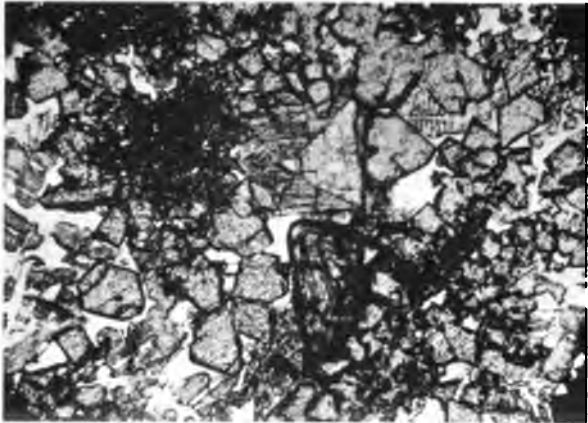


Fig 1

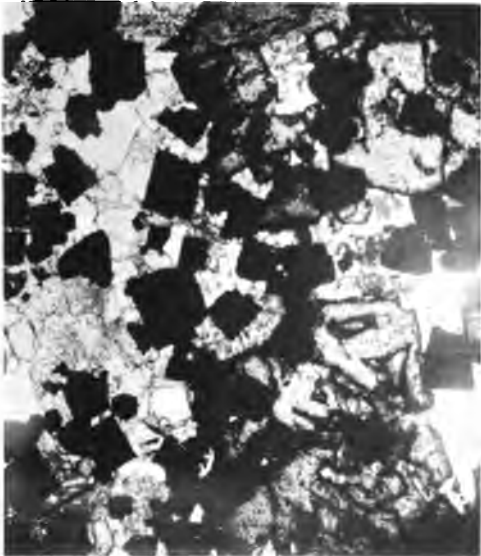


Fig 2



Fig 3

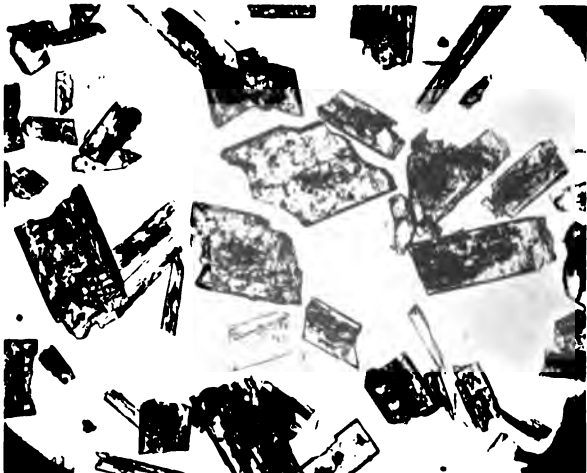


Fig 4

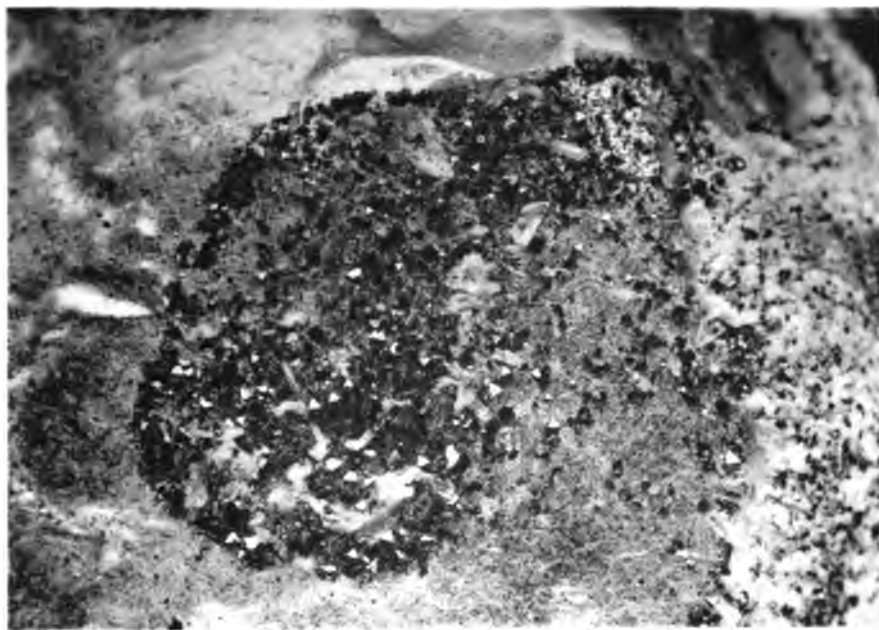


Fig. 1.



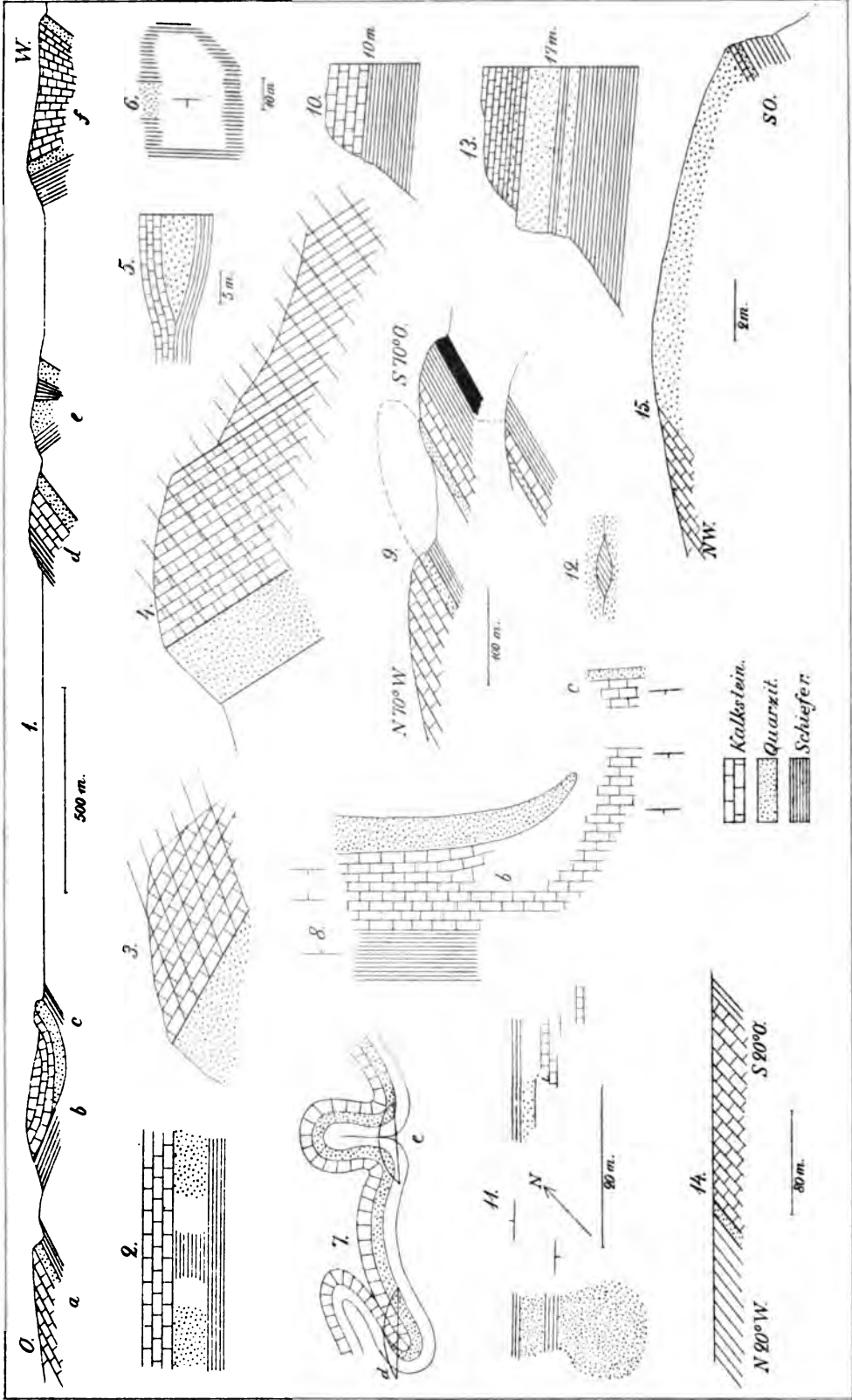
Fig. 2.



Fig. 3.

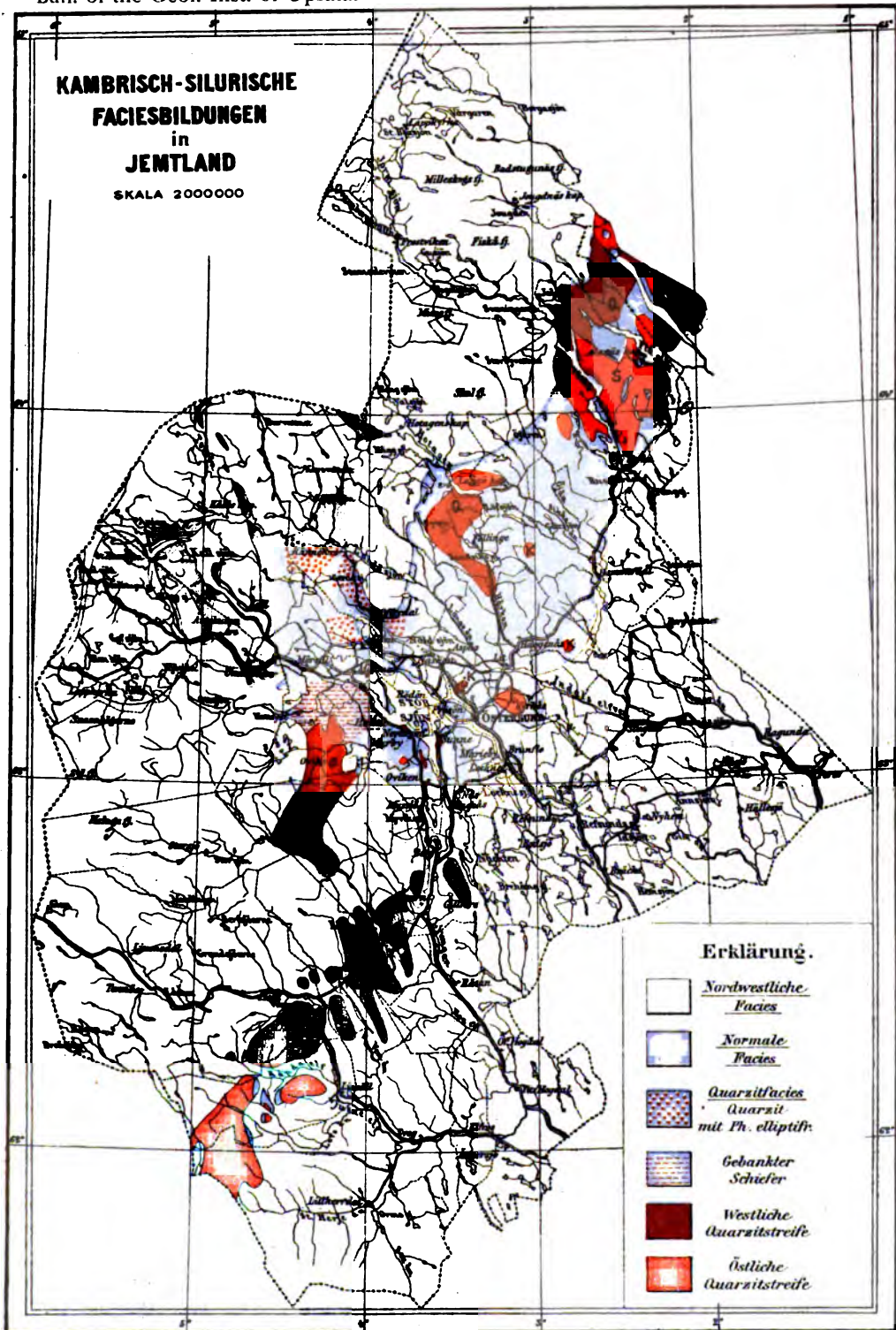


Fig. 4.



Olem.	Paradoxides	Phyllogr.	Olenidensch.	Ortocerambell	Ph.	O. G.
				<i>Brunfle</i>		
				<i>Schwarzer Schiefer</i>	<i>Kalksandst.</i>	<i>O. G.</i>
					<i>Storsjön</i>	<i>Løjtorp</i>
				<i>Chasmopsh.</i>	<i>Qu. mit Ph. M.</i>	
				<i>Løke</i>		
					<i>Brachiopodensch.</i>	
					<i>Offerdal etc.</i>	
				<i>Sirömsquarzit</i>		
				<i>Lofstassten</i>	<i>Wendalsquarzit</i>	
				<i>Løke</i>		
					<i>Schiefer</i>	<i>Kyrksquarzit</i>
				<i>Nålden</i>		
				<i>Schiefer mit Quarzit</i>		
				<i>Fällinge Holmsjön</i>	<i>Schiefer mit Quarzit</i>	
					<i>Sibbråsen</i>	
				<i>Blaugvars</i>		
				<i>Ovishjellen</i>		
				<i>Quarzitischer gebankter Schiefer</i>		
				<i>Zwischen Storsjön, Ochesjön und Ovishjellen</i>		
					<i>Quarzitischer Schiefer</i>	
				<i>Nålden-Ytterån</i>		
				<i>Schwarzer Schiefer</i>	<i>Quarzit</i>	
				<i>Hårhen</i>	<i>Sunne etc.</i>	
1 b	1 c a	1 c b	1 d ?	2 a	2 b	2 c
				3 a	3 b	3 c
				4 a	4 b	4 c
				5 a	5 b	5 c
				6 a	6 b	6 c

Norwegen nach Brøgger



Contents of No. 5.

	Page
1. Über Dictyonema cavernosum n. sp., von Carl Wiman. (Plate I.)	1
2. Une trouvaille archéologique, faite dans une tourbière au nord de la Néricie, par Knut Kjellmark.	14
3. Studien über ältere Quartärablagerungen im südbaltischen Gebiete, von Henr. Munthe.	27
4. Über die quartäre Lagerserie des Ristinge Klint auf Langeland. Eine biologisch-stratigraphische Studie, von Frithiof Andersson.	115
5. Synthetische Studien über die Perowskit- und Pyrochlormineralien, von P. J. Holmquist. (Plate II—IV.)	181
6. Kambrisch-silurische Faciesbildungen in Jemtland, von Carl Wiman. (Plate V—VII.)	269
The Students' Association of Natural Science, Upsala. Geological and Physico-Geographical Section.	305



N. B. Publications sent in exchange for the Bulletin are to be addressed »the R. University Library (for the Geological Institution)». Upsala. In all exchange matters, please correspond with the Chief Librarian of the University.

Vol. III: Part 2.

1897.

No. 6.

BULLETIN

OF

THE GEOLOGICAL INSTITUTION

OF

THE UNIVERSITY OF UPSALA.

EDITED

BY

HJ. SJÖGREN.



UPSALA 1898
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-AKTIEBOLAG

BULLETIN
OF
THE GEOLOGICAL INSTITUTION
OF
THE UNIVERSITY OF UPSALA.

EDITED
BY
HJ. SJÖGREN.

VOL. III.
(1896—1897.).



UPSALA 1898
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-AKTIEBOLAG

Table of Contents.

	Page
1. WIMAN, CARL. Über Dictyonema cavernosum n. sp. (Plate I.)	1—13
2. KJELLMARK, KNUT. Une trouvaille archéologique, faite dans une tourbière au nord de la Néricie.	14—26
3. MUNTHE, HENR. Studien über ältere Quartärlagerungen im sudbaltischen Gebiete.	27—114
4. ANDERSSON, FRITHIOF. Über die quartäre Lagerreihe des Ris- tinge Klint auf Langeland. Eine biologisch-stratigra- phische Studie.	115—180
5. HOLMQUIST, P. J. Synthetische Studien über die Perowskit- und Pyrochlormineralien. (Plate II—IV.)	181—268
6. WIMAN, CARL. Kambrisch-silurische Faciesbildungen in Jemt- land. (Plate V—VII.)	269—304
The Students' Association of Natural Science, Upsala. Geo- logical and Physico-Geographical Section.	305—310
7. WIMAN, CARL. Über silurische Korallenriffe in Gotland. (Plate VIII—X.)	311—326
8. SERNANDER, RUTGER. Zur Kenntniss der quartären Säugethier- Fauna Schwedens.	327—342
9. NORDENSKJÖLD, OTTO. Über einige Erzlagerstätten der Ata- camawüste.	343—351
10. WIMAN, CARL. Über den Bau einiger gotländischen Graptoliten. (Plate XI—XIV.)	352—368
11. MUNTHE, HENR. On the interglacial submergence of Great Britain.	369—411
12. HOLMQUIST, P. J. Über mechanische Störungen und chemische Umsetzungen in dem Bänderthon Schwedens. (Plate XV—XVIII.)	412—432
13. HÖGBOM, A. G. Über einige Mineralverwachsungen.	433—453
The Students' Association of Natural Science, Upsala. Geo- logical and Physico-Geographical Section.	454—457
List of Societies, etc.	458—465

BULLETIN

OF

THE GEOLOGICAL INSTITUTION

OF

THE UNIVERSITY OF UPSALA.

EDITED

BY

H. J. SJÖGREN.



UPSALA 1898
ALMQVIST & WIKSELLS BOKTRYCKERI-AKTIEBOLAG

2440
77-3

7. Über silurische Korallenriffe in Gotland

von

Carl Wiman.

Hierzu Pl. VIII—X.

Als ich im Frühjahr 1894 als Linnéstipendiat nach Wisby reiste, fügte es sich so, dass ich ganz nahe vor der nördlichen Westküste Gotlands fuhr. Es fiel mir dann gleich auf, dass die Küstenstrecke zwischen Häflingsklint und Stenkyrkehuk, im Gegensatz zu dem, was ich in anderen Teilen von Gotland zu sehen gewohnt war, keine zusammenhängende, etwa gleich hohe Steile bildete, sondern in hohe s.g. »Klinter« zerstückelt war, welche etwas weiter gegen das Meer hinausschossen und oft Vorgebirge bildeten oder, als das Meer höher stand, gebildet hatten, vor welchen grosse Anhäufungen abgestürzter Blöcke lagen, welche ihren Rückweg vom Ufer bezeichneten. Diese »Klinter« waren unter einander von schwach landeinwärts



Fig. 1. Schematisches Bild der linsenförmigen Anschwellungen.

gebuchteten, bedeutend niedrigeren, zusammenhängenden Strecken der Ufersteile verbunden. Teils wusste ich durch frühere Fossilfunde, dass die »Klinter« wenigstens zum Teil demjenigen Lager gehörten, welches Professor G. LINDSTRÖM (4) mit *d* bezeichnet, den Kalksteinschichten mit Mergelbändern, welche den die »Klinter« verbindenden niedrigeren Abhang bildeten, teils konnte ich vom Dampfer aus direkt beobachten, dass es eben dieses Lager war, welches, dadurch dass es lokal anschwellt, die kompakte Kalkmasse der höheren »Klinter« bildete. Es war also deutlich, dass die Erosion hier auf Grund einer primären verschiedenen Beschaffenheit des zu bearbeitenden Materials andere topographische Formen aussculptiert hatte, als es dieselbe Erosion längs anderen Strecken der gotländischen Ufersteilen hervorgebracht hatte. Die verschiedene petrographische Beschaffenheit der erodierten Gesteine erklärte ich mir so entstanden, dass die »Klinter« Reste

von Korallenriffen waren, während dass die niedrigeren Steilen, welche die Klintar verbinden, von dem sedimentären Aequivalent dieser Riffe aufgebaut wurden. Ich werde im Folgenden immer das Wort *sedimentär* als Gegensatz zu *gewachsen* verwenden.

Die obige Ansicht habe ich bei späteren Untersuchungen an Ort und Stelle bestätigt gefunden, wie ich im Folgenden darzustellen versuchen werde.

Die gotländischen Silurlager wimmeln von zoogenen Gesteinen z. B. Konglomeraten¹ mit Geröllen aus Korallen und Stücken von Crinoideenstielen, Lagern aus zusammenge kittetem Kalksand, mehr oder weniger mächtigen Lagern aus der einen oder anderen Koralle, wie *Halysites* im Mergelschiefer südlich von Wisby und in Stora Carlsö, den sechs verschiedenen Bänken aus *Cystiphyllum cylindricum* LONSD. in Stora Carlsö, den Lagern des Klinteberges aus *Pentamerus conchidium* L., mächtigen Lagern aus nur *Pentamerus oblongus* SOW., welcher in ganz Skandinavien ein hervorragender Gesteinsbildner ist, und woraus die »Raukar« bei Laupargi in St. Carlsö bestehen, Bänken aus *Stricklandinia lirata* SOW., aus *Bumastus* nördlich von Wisby, Kalkschiefer aus *Leperditia*, Kalkbänkchen aus kleinen Ostracoden und aus gut erhaltenen Bryozoen, Lagern aus einem Gewirr von allerhand Kalkgebilde, etwa 40 cm mächtigen Bänken aus Teilen von Crinoideenkronen, welche bei Lau mehr als ein Kilometer verfolgt werden können, Bänken aus *Megalomus* oder *Trimerella*, von ganzen Lagern aufgehäufter Cephalopoden etc. etc.

All diese zoogenen Gesteine haben das mit einander gemein, dass sie nicht Riffe bilden, dass sie nicht wie ein Korallenriff entstanden sind. Wahrscheinlich bilden sie Linsen, wie dies gewöhnlich mit derartigen Gesteinen der Fall ist, aber diese dürften dann so flach sein, dass sie in diesem Zusammenhang besser als gewöhnliche Lager aufgefasst werden, welche ja auch oft auskeilen. Wenn also auch, wie dies in vielen Fällen beweislich ist, die gesteinsbildenden Organismen sedentär gelebt und auf demselben Ort, wo jetzt ihre Kalkausscheidungen aufgehäuft liegen, so muss man jedoch das Gestein, welches sie gebildet haben, als sedimentär auffassen, nicht als Riffgestein.

Die gotländischen Korallenriffe sind nicht vorher als solche gedeutet worden. Dagegen geht aus mehreren Arbeiten von Professor G. LINDSTRÖM hervor, dass sie beobachtet worden, und dass sie in stratigraphischer Hinsicht als Faciesbildungen sedimentärer Gesteine behandelt worden sind. So z. B. sind Fossilien, welche, wenn die Riffe bei Lickershamn übersehen worden wären, auch zum Lager *f* dürften gerechnet worden sein, anstatt als dem Lager *d* gehörend erwähnt worden. Solche sind bei-

¹ Die meisten dieser Beispiele sind schon durch Publikationen von Professor G. LINDSTRÖM bekannt (a. 4.).

spielsweise: *Callicrinus costatus* HIS., *Orthis basalis* DALM., *Orthis biloba* L. var. *Verneuilliana* LM., *Spirifera plicatella* LM. var. *interlineata* SOW., *Atrypa imbricata* SOW., welche ich schon 1890 in den »Klinter« beim Lickershamnsufer eingesammelt. Auch sind petrographische Facieswechselungen ebenso jäh wie diejenigen bei Lickershamn und diesen ähnlich von Professor LINDSTRÖM beobachtet worden, z. B. die Figur Seite 8 in: Anteckningar om silurlagren på Carlsöarne (2). Ob sich die Figur auf ein Riffgestein bezieht, darf ich nicht entscheiden.

Nach diesen Vorbemerkungen gehe ich zu einer Beschreibung der gotländischen Korallenriffe über, wobei ich die recenten als Vergleichungsmaterial verwende. Hierbei ist es besonders vorteilhaft, dass eine so zweckmässige und belehrende Darstellung der jetzigen Korallenriffe vorhanden ist, wie diejenige JOHANNES WALTHER's in seiner: Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Beobachtungen über die Bildung der Gesteine und ihrer organischen Einschlüsse. Jena 1893/1894. (8).

Ein Korallenriff ist ein isoliertes, über den Meeresboden sich erhebendes Kalklager, wesentlich dadurch gebildet, dass die ästigen Korallen und das lückenreiche Gefüge des Korallenriffes den Kalkdetritus oder den Kalksand auffangen und verhindern, dass er sich über den Meeresboden *gleichmässig* ausbreite. Das Riffgestein nimmt gewöhnlich die Form einer Linse an.

Pl. VIII und X geben einen Begriff von der Form der »Klinter« zwischen Häflingsklint und Stenkyrkehuk. Die Hauptmasse, oder wenigstens das genetisch wichtige Element derselben, besteht aus einer gar nicht oder undeutlich geschichteten Linse aus kompaktem Kalkstein, welcher gegen den deutlich geschichteten Kalkstein oder Kalkstein mit Mergelbändern, worin er eingeschaltet liegt, scharf abbricht. Diejenigen Stellen SV von Lickershamn, wo dieses am deutlichsten war, habe ich nie in einer Beleuchtung gesehen, die sich für eine photographische Aufnahme eignete.

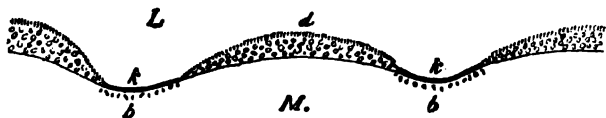


Fig. 2.

Die Klinter 2 und 3 SW von Lickershamn und die sie verbindenden Schichten.

Auf Pl. VIII Fig. 2 tritt jedoch sowohl die ungeschichtete Linse wie die Lager, worin sie liegt, ganz deutlich hervor und mit einiger Gewohnheit, auf Photographien nach der Natur geologische Verhältnisse zu erkennen, kann man auch auf Fig. 1 Pl. VIII und Fig. 1 Pl. X in den oberen und unteren Teilen der »Klinter« die Neigung der Lager sehen, welche die Linse umfassen.

Diesen Typus von »Klintar« habe ich nur zwischen Häflingsklint und Stenkyrkehuk beobachtet. Solche Linsen, welche die Bildung der »Klintar« veranlasst haben, dürften sowohl landeinwärts noch verdeckt vorkommen, wie in den jetzt abradierten Teilen dieses Niveaus verbreitet gewesen sein. Längs dieser Küstenstrecke ist eine bedeutende Anzahl vorhanden, viel grösser, als man nach der topographischen Karte vermuthen dürfte. Jeder »Klint« hat auch eine ziemlich geringe Verbreitung in der Horizontalebene. Ihre Lage im Verhältnis zum Ufer und den niedrigeren Ufersteilen wird durch die folgende Figur veranschaulicht.



Figur 3.

k Klint. *d* Niedre Steile. *b* Blockanhäufungen. *s* Strandgerölle. *M* Meer. *L* Land.

Nur vor denjenigen »Klintar«, welche die Vorgebirge bilden, liegen die grossen Anhäufungen abgestürzter Blöcke, welche den Rückweg derselben bezeichnen. Unterhalb dem Kalkstein mit Mergelbändern dagegen verläuft ein steiler Schutthaufen aus nur feinerem Material, welcher auf Grund seines Kalkgehalts mitunter eine Böschung von mehr als 45° zeigt. Als das Meer diesen niedrigeren Abhang verliess, waren es auch die Gesteine dieser, welche vorzugsweise zu Uferwällen aus Klappersteinen umgeformt wurden, und welche vor den Klintar dagegen nicht in gleichem Masse vorkommen. Die Basis dieser liegen auch oft niedriger als die Basis der niedrigeren Ufersteile.

Diese Form bekommt die Ufersteile, wenn die Lager Linsen enthalten. Besteht sie dagegen aus nur gleichmässig geschichteten Lagern aus auch vertikal wechselnden Gesteinen, also aus rein sedimentären Schichten, entstehen infolge der Erosion »Klintar« eines ganz anderen Charakters, »Klintar«, deren Lage nicht durch eine verschiedene Beschaffenheit der Gesteine in der Horizontalebene bestimmt worden ist. Als ein Beispiel dieser Art kann Svarfven oder Svarfvarhuk an der östlichen Mündung des Kapellhamnsvik dienen (Fig. 2 Pl. IX), durch welchen man unter Anderen vier verschiedene kleine Konglomeratlager verfolgen kann. Dieser Kategorie gehören in erster Hand die »Klintar«, in welchen der Mergelschiefer ein mehr oder weniger überwiegendes Element ausmacht, z. B. der »Klint«, welchen Professor LINDSTRÖM (3) aus Östergarn bei Kuppen abgebildet hat, das Ufer bei Lummelund, das klassische Ufer vor Eksta und auf Fig. 2 Pl. X das Ufer links von der grossen Steinsäule, dessen Klintnatur dadurch verborgen wird, dass sich grössere »Klintar« in der Nähe befinden. Ferner gehören hieher beispielsweise die Steilen um Furillen und bei Lergraf, Hallshuk, ein Teil der Abhänge N und S von Wisby, Kyrkklinten in Wisby, der Klinteberg und wenigstens ein Teil der Felsenwände um Stora Carlsö etc.

Eine dritte Art von Ufersteilen und welche gewissermassen eine vermittelnde Stellung zwischen den beiden Vorigen einnimmt, da sie eine Kombination derselben ist, wird von der langgestreckten Kalkklippe oberhalb der s.g. Brunbergsbetning N. von Wisby vertreten. Gleichzeitig als dieser Kalkstein im Ganzen ein horizontales etwa gleich mächtiges Lager bildet, welches weit über die gewöhnlichen Dimensionen eines »Klints« des Lickershamnstypus verfolgt werden kann, ist er etwa so, wie durch die beistehende Figur 4 versinnlicht wird, in eine Anzahl undeutlich begrenzter Linsen geteilt. Diesem Gestein gehört auch der obere Teil des »Klints« Fig. 1 Pl. IX, obschon es an der Photographie nicht ersichtlich ist. Vielleicht sind mehrere Kalksteine der Wisbygegend auf diese Weise gebaut, obschon

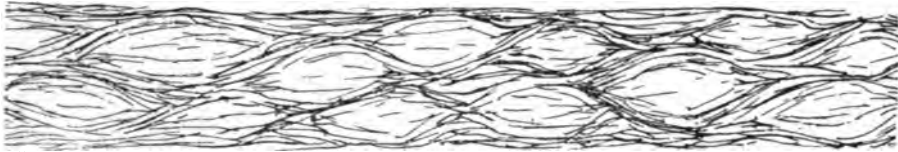


Fig. 4. Kalksteinwand bei Brunbergsbetning, N. von Wisby.

ich es nicht bestimmt anders als in diesen beiden Fällen habe entscheiden können, weil es in einer mehr kompakten Kalkmasse recht schwierig sein kann, Schichtflächen und ähnlich orientierte Spaltflächen zu unterscheiden.

Es ist klar, dass diese Verschiedenheit der »Klintar« auch von einer mit diesen so nahe verwandten Bildung wie den Steinsäulen, welche auf Gotland »Raukar« genannt werden, gelten muss. Diese habe ich jedoch nicht als solche oder aus einem Erosionsgesichtspunkt näher studiert. Auch die Raukar sind zweifacher, wesentlich verschiedener Art: solche, deren Lage schon seit der Silurzeit als eine Möglichkeit durch den petrographischen Facieswechsel der Gesteine bestimmt sind, und solche, bei denen dies nicht der Fall ist. Für die Lage der ersteren dürften wie in Öland vertikale Spalten in höherem Grade bestimmend gewesen sein als für die ersteren. Raukar, aus einem Gestein wie demjenigen bei »Brunbergsbetning« entstanden, dürften sich wie die ihnen entsprechenden »Klintar« zur Erosion auf dieselbe Weise verhalten wie die Art von »Klintar«, für welche Svarfven typisch ist.

Unter den Raukar, welche mit den »Klintar« von Lickershamnshabitus verwandt sind, will ich in erster Hand solche ausscheiden, welche nur die ganz offenbare Ruine eines »Klints« sind. Eine solche ist Jungfrun (die Jungfrau) bei Lickershamn Fig. 2 Pl. X. Als Beispiel einer Klintruine, welche ganz auf der Grenze eines grossen Rauks steht, führe ich Fig. 1 Pl. X an.

In welchem Masse sonstige Raukar dieser Kategorie in Gotland vorkommen, und die direkt als Raukar ausskulptiert worden sind, habe ich nicht untersucht, es dürfte aber ohne Weiteres erhellen, dass eine primäre horizontale Variation der Gesteine von so einer Beschaffenheit, dass sie die

Bildung eines »Klints« veranlassen kann, auch einen Rauk muss hervorrufen können, obschon es dann schwieriger wird, die Entstehungsweise zu konstatieren, weil im Gegensatz zum Verhältnisse, wenn es die Frage von einem Klint war, das Seitengestein, der leichter erodierte sedimentäre Aequivalent, hier vermisst wird. A priori steht nichts im Wege, dass auch diese Raukar Gruppen bilden.

Die zweite Art von Raukar mit einer Genesis derjenigen Svarfvens verwandt stimmt am nächsten mit denjenigen überein, die J. GUNNAR ANDERSSON (1.) aus Öland beschrieben hat. Unter den mir bekannten gotländischen Raukar gleichen diejenigen SW von Digerhufvud an der Westküste von der Fårö am meisten den »Steinriesen« bei Horn in Öland, weil sie teils so nahe am Meer liegen und mithin neulich ausskulptiert worden und teils aus einem im Bezug auf die Widerstandsfähigkeit gegen die Erosion vertikal wenig wechselnden Gestein bestehen. Hiermit habe ich auch die zwei Hauptfaktoren angegeben, welche geeignet sind, Modifikationen im Habitus dieser Raukar hervorzurufen. Raukar dieser Art bestehen aus deutlich geschichteten Gesteinen und haben oft in grosser Anzahl dieselbe Höhe und dieselbe Höhe des Plateaus, woraus sie ausgeschnitten worden sind. Beispiele sind die prachtvollen Rankar bei Lergraf. Andere hierhergehörigen Raukar sind diejenigen bei Laupargi auf St. Carlsö und N. vom Galgenberg bei Wisby und der kleine Rauk gleich am Hafen von Wisby.

Der Hauptfaktor bei der Entstehung eines Korallenriffs ist natürlich, dass auf einer Stelle eine Ansiedelung riffbildender Korallen entstanden ist. Viele der riffbildenden Korallen erzeugen Stöcke, welche schon an und für sich als Klumpen aus Kalkstein betrachtet werden können, und diese müssen natürlich einen nicht unwesentlichen Teil des Materials zum künftigen Riffgestein liefern, indem nach und nach ältere Stöcke absterben und neue auf denselben aufwachsen. Wieviel des schliesslichen Riffgesteins aus Korallenstöcken besteht, wechselt je nach der Resistenz der Arten, welche sich im Aufbau des Riffs beteiligt haben. In runder Summe besteht etwa die Hälfte des Riffgesteins aus Korallstöcken. Die andere Hälfte besteht aus dem Kericht des Riffes, dem organogenen Kalksand, zu welchem die ganze reiche korallophile Fauna, in so weit sie Kalkbildungen besitzt, ihren Beitrag geliefert hat. Dieses ist ein sedimentäres Element, welches teils von dem Riff über den nicht von Korallen bewachsenen Meerboden hinuntergeschwemmt wird und dort Sedimente bildet, teils ans Land geworfen wird, wo es sogar Dünen bilden kann und schliesslich auf dem Riffe festgehalten wird und zwar in einer Menge, dass er mehr als die Hälfte des Riffgesteins ausmachen kann. Der Kalksand wird von ästigen Korallen und Lücken und Höhlen zwischen den Korallgebüschsen festgehalten, welche auf dieselbe Weise wie ein verzweigter Korall wirken.

Ich werde es jetzt aufzuweisen versuchen, inwieweit diese Verhältnisse bei den gotländischen Korallenriffen wiedergefunden werden können.

Was dann das erste Element des Riffgesteins, die Korallen, anbelangt, so trifft auf allen den kompakten Kalklinsen an der nördlichen Westküste Gotlands eine bezeichnende Äusserung WALTHER's über recente Riffe zu: »Dadurch, dass auf dem Korallenriff ein Stock dem anderen zur Grundlage dient, entsteht auf dem Profil ein System vielgewundener und verästelter Korallenpfeiler» Je mehr verzweigt eine Koralle ist, einen um so besseren Riffbilder giebt sie ab, desto mehr Kalksand vermag sie aufzufangen. Auf jetzigen Korallenriffen ist es besonders die *Madrepora*, welche sich in dieser Beziehung auszeichnet. Es fällt dann gleich in die Augen, dass in dem gotländischen Riffgestein nicht nur Formen, die in Ästigkeit mit der *Madrepora* verglichen werden könnten, vermisst werden, sondern dass die resp. Korallstöcke jeder für sich im Allgemeinen wenig dazu geeignet gewesen sind, den Kalksand festzuhalten. Aber es finden sich auch in der Gegenwart Korallenriffe, in deren Aufbau massive und weniger verästelte Formen eine wichtige Rolle spielen. Und es sind ja auch nicht nur die verzweigten Korallen, sondern auch die Tausende von Höhlen und Schlupfwinkel der ganzen Ansiedelung des Riffes, welche den Kalksand festhalten.

Nun ist es zwar gewöhnlich, dass eben ästige Formen bei der Bildung des Kalksand und den Umwandlungen, welchen die Fläche eines Riffes ausgesetzt ist, am leichtesten zerstört werden, ehe sie in Riffgestein übergehen, so dass z. B. ein Riffgestein, aus der *Madrepora* gebildet, keine einzige *Madrepora* enthält. WALTHER hält dafür, dass eben dieses Verhältniss die Ursache sei, dass man in manchen fossilen Riffen gar keine, oder nur in geringer Menge, verzweigte Formen antrifft. Es kommen sogar Fälle vor, wo ein ganz junger Korallenriffstein Korallen ganz vermisst, so dass das Ganze nur aus einer »strukturlosen« Kalkmasse besteht.

Wenn aber Formen, in Ästigkeit mit *Madrepora* vergleichbar, bei der Bildung der gotländischen Riffgesteine eine Rolle gespielt, so hätten sie, wenn auch nicht in dem Riffgestein selbst, wenigstens in dessen sedimentärem Aequivalent angetroffen werden müssen, z. B. in den Kalkbändern der niedrigeren Ufersteilen, die bei Lickershamn die »Klintar« verbinden, aber auch dort fehlen sie. Man könnte vermuthen, dass grosse verästelte Bryozoen die Rolle der *Madrepora* und anderer reich verzweigter Korallen gespielt haben, was ja auch möglich sein kann, da sie einen Teil der korallophilen Fauna ausmachen und in der unmittelbaren Nähe des Riffes gesteinsbildend auftreten. Jedenfalls sind Bryozoen an und für sich als schlechte Riffbilder zu betrachten, wahrscheinlich weil sie zu zerbrechlich sind. Wenn sie auch noch so dicht wachsen und zusammenhängende Bestände bilden, veranlassen sie meistens jedoch nur zoogene Lager, keine Riffe.

Schliesslich werden verästelte Formen gewiss nicht vermisst zur Zeit, wo sich die gotländischen Riffe aufbauten. Beispiele solcher sind:

Favosites Lonsdalei D'ORB., *F. clausus* LM. (not Rominger), *Striatopora calyculata* LM., *S. Halli* LM., *S. stellulata* LM., *Pachypora lamellicornis* LM., Arten der Gattung *Cyatophyllum* u. A. Ohne verzweigt zu sein, sind *Halysites* und *Syringopora* besonders geeignet, Kalksand festzuhalten und werden auch leicht verdorben. In Gesellschaft mit den mehr massiven Korallen, welche man im Riffgestein vorzugsweise findet, kommen auch Massen gewaltiger Stromatoporen und Kalkalgen vor. Diese sind jedoch vielleicht nicht als eigentliche Riffbilder zu deuten. Wenigstens haben sie, in so fern ich habe beobachten können, nicht allein Riffe erzeugen können, obschon die Kalkalgen 50 % und mehr der ganzen Gesteinsmasse ausmachen können, z. B. in einem etwa einen halben Meter mächtigen Lager am Pulverkeller, N. von Wisby und am jetzt abgebrannten Bingersquarn und in einem anderen etwa meterdicken Lager aus rostigen Kalkalgnollen in einem Steinbruch N. von Wisby. Dichtere, oder zum Teil kristallinische Gesteine, die zum grössten Teil aus Kalkalgen bestehen, werden zu technischen Zwecken sowohl bei Wisby wie im Kalkofen bei Bläse verwertet.

Dies braucht aber kein Beweis zu sein, dass die Kalkalgen nicht an anderen Stellen riffbildend gewirkt haben, denn es giebt ja sowohl in den Meeren der Gegenwart wie in den Silurlagern Gotlands auch Stockkorallen, die nicht Riffe bilden, sondern nur Lager.

Die Einzelkorallen, welche weder jetzt noch in Gotland Riffbilder sind, finden sich auch massenhaft in den Riffen Gotlands, dürften aber zur übrigen korallophilen Fauna gezählt werden.

Das zweite Element, woraus das Riffgestein besteht, ist der Kalksand. Ein grosser Teil der Kalksteine Gotlands besteht aus Kalksand, dessen Entstehung nicht mit der Bildung von Riffen in Verbindung gestellt werden kann. Er ist also ganz einfach ein zoogenes Sedimentationsmaterial, welches überall entstehen kann, wo Kalkorganismen in genügender Menge vorhanden sind und wo die Zerkleinerung der Kalkausscheidungen vorsichgehen kann. An Material zur Bildung von Kalksand mangelte es nicht in der an allen möglichen kalkausscheidenden Organismen so reichen obersilurischen Fauna. In der Gegenwart wird die Zerkleinerung der Kalkbildungen von einer ganzen Masse von Thieren bewerkstelt. Die Korallenstöcke werden kreuz und quer von bohrenden Organismen, Bohrmuscheln, Anneliden und bohrenden Spongien durchzogen. Die obersilurischen Muscheln Gotlands sind nicht beschrieben, so dass es schwer zu wissen ist, ob sich unter ihnen auch bohrende Arten etwa befunden haben. Ich habe aber in keinem gotländischen Kalkstein die auch im fossilen Zustande leicht kenntlichen Gänge dieser Thiere beobachtet. Dagegen kommen andere Gänge vor, welche deutlich gebohrt worden sind. Schon was die Jetztzeit betrifft, kennt man zu wenig von der Biologie der Meeresfauna um beurteilen zu können, welche all die Thiere sind, die sich an der Bildung des Kalksandes beteiligen, obschon nach

WALTHER Andeutungen vorkommen, dass eine ganze Masse von Organismen daran Teil nehmen, wie Bakterien, Naktschnecken und Echinodermen. Am wirksamsten in den jetzigen Riffen bei der Bildung des Kalksandes sind jedoch Fische mit Kauzähnen, die Holoturien, und die gefräßigen Dekapoden, welche letzteren alles, was sie nur können, zerbeissen und zerkneifen. Diese Thiergruppen werden aber während der Silurzeit vermisst und mit ihnen die vornehmsten Faktoren zur Bildung des Kalksandes. Die Trilobiten sind theils zu klein, als dass sie während der obersilurischen Zeit die Rolle der Dekapoden hätten spielen können, theils hätte man, selbst wenn dies der Fall gewesen wäre, schon seit lange her die Organe finden müssen, womit die Zerkleinerung ausgeführt worden wäre.

Losgebrochene Korallenstöcke können von der Brandung hin und her auf dem Riff gerollt werden und Schalen zermahlen, keine grössere Bedeutung aber kann man dieser Entstehungsweise von Kalksand zuschreiben.

Man muss also, was die gotländischen Riffe betrifft, einen neuen Faktor suchen, um die Entstehung des Kalksandes zu erklären und ein solcher bietet sich von selbst in den unzähligen Enkrinitkalken dar. Die Krinoideen, welche gegenwärtig so unbedeutend sind, finden sich in ungeheuren Massen in den Silurlagern Gotlands, wo sie den vielleicht allerwichtigsten Gebirgsbildern gehören. Auch besteht der meiste Kalksand in Gotland aus Stielgliedern dieser Thiere. Dieser Kalksand entsteht wahrscheinlich ganz einfach dadurch, dass die Krinoideen *von selbst* in ihre Kalkelemente zerfallen, in Stielglieder, Armglieder und Kronschilder. Besonders müssten nicht diese Schilder, wenn sie los vorkommen, von ihren ursprünglichen Fügen begrenzt sein, wenn dieser Kalksand durch eine äussere Gewalt entstanden wäre. Im Pterygotuslager habe ich Krinoideenkronen gefunden, deren Schilder zwar in Situ lagen, aber ganz los herausfielen, als die Platte gespalten wurde. Ein anderes Verhältniss, welches es wahrscheinlich macht, dass die Krinoideen von selbst zerfielen, ist die Weise, worauf die Stielstücke begrenzt sind, nämlich von natürlichen »Gliedflächen«. Und schliesslich, je gröber die Stiele sind, je gröber werden die Körner des Kalksands, so dass er oft zu einem gleichkörnigen Konglomerat wird. Auf diese Weise pflegen nicht die kalkbildenden Organismen zu wirken, welche dahin bestrebt sind, ihr Material zur selben geringen Körnergrösse hinunterzubringen.

Diese Eigenschaft der Krinoideen zu zerfallen, bringt also bei der Bildung des gotländischen Kalksands dasselbe Resultat hervor, wie dies bei der Bildung des gegenwärtigen Kalksands von dem ganzen Heer bohrender und zerbeissender Organismen erzielt wird. Krinoideenkalk z. B. aus dem Kohlenkalk und dem Muschelkalk dürften auf dieselbe Weise gebildet worden sein.

Schliesslich hatte eine ganze Masse der Kalkgebilde der korallophilen Fauna, ohne zerkleinert zu werden, schon die Korngrösse des Kalksands.

Teils weil ein Riff wirklich wächst, teils weil der Kalksand auf demselben festgehalten wird, während dass er da, wo eine Riffbildung nicht vorsichgeht, gleichförmig zu einem gewöhnlichen Lager verbreitert wird, hebt sich der Riff mehr als der übrige Meeresboden. Diese Höhenverschiedenheit muss natürlich an solchen Stellen grösser werden, wo in den Umgebungen des Riffes nur Detritusbildungen, die vom Riffe hinausgeschwemmt worden, abgesetzt werden, als da, wo eine wuchernde selbstständige Bildung organogener Kalklager vorsichgeht.

Stöcke aus riffbildenden Korallen bedürfen einer festen Unterlage. Wenn nicht Klippen oder Blöcke und Steine vorhanden sind, halten sich die Korallen an Kalkbildungen anderer Thiere. Ist der Anfang einmal gemacht, setzen sie sich auf einander, das Gebüsch wird dichter, Kalkalgen kitten die Partikeln zusammen und die Riffbildung ist bald im Gang. Auf Gotland sieht man sehr oft, auch ausserhalb des Riffgesteins, wie grössere Korallenstöcke auf kleineren befestigt sind, oder wie sie auf einer kleinen Brachiopodenschaale sitzen, oder wie sie irgend ein Fossilfragment zur Grundlage ihrer Bauten verwendet haben.

Man beobachtet sehr oft in Gotland nicht nur in den Korallenkonglomeraten, sondern auch in den Riffgesteinen die Korallen das Unterste oben liegen oder sonst andere Stellungen einnehmen als die ursprüngliche, aber dies vermehrt nur die Ähnlichkeit mit den jetzigen Riffen. Da die Fläche des Riffes oft in das Gebiet der Zeitschwankungen hineinragt, können sehr leicht der Sturm und die Brandung Verwüstungen anstellen.

Auf mehreren Stellen ist unter dem Riffgestein ein Krinoideenlager gebildet worden, an dem dann der Riff sitzt. Pl. IX Fig. 1.

Wenn auf diese Weise ein Riff, wie jetzt die Riffe bei Lickershamn, auf einem weichen Gestein ruht, wie der Mergelschiefer des Lagers unter den Klintar, ist es natürlich, dass der Riff mit zunehmender Schwere in den weichen Grund hineinsinken muss und da er mächtiger ist, als das rein sedimentäre Seitengestein, tiefer sinken muss wie dieses. Die »Klintar« an dem Ufer des Ihrevik und Lickershamnsvik sind ein wenig in den Mergelschiefer hineingesunken. Zwar lässt sich denken, dass dies weit später geschehen, z. B. erst dann, wo sie Teile der jetzigen Ufersteile auszumachen anfangen, und zwar aus denselben Gründen wie an Berggipfeln so oft die Lager unter die Spitze einfallen. Dass spätere Störungen wirklich stattgefunden haben, ist daraus ersichtlich, dass an mehreren Stellen der Zusammenhang zwischen dem Riffgestein und dessen sedimentäres Aequivalent unterbrochen ist. Ich werde unten erklären, worin dieser Zusammenhang besteht. Da er aber an mehreren Stellen ungestört ist, ist man berechtigt zu folgern, dass die Senkung der Riffinsen mit deren zunehmender Schwere vorsichgegangen ist.

Wenn ein Riff z. B. an einer steilen Felsenwand und oberhalb des Meeresbodens befestigt ist, entsteht kein Zusammenhang zwischen dem Riffgestein und dessen sedimentärem Aequivalent. Ebenso wenn der

Riff zwar auf dem Meeresboden ruht, aber dann so steile Böschungen hat, dass keine Sedimente an demselben liegen bleiben. Hat der Riff dagegen einen ziemlich geringen Böschungswinkel, greifen das Riffgestein und die umgebenden sedimentären Lager in einander ein. Bei den gotländischen Riffen, um welche herum eine intensive Gesteinsbildung vorsichging, tritt dies besonders deutlich hervor. Diese Riffe haben auch eine sehr kleine horizontale Verbreitung und die Riffbildung hörte recht bald auf, so dass das ungeschichtete oder undeutlich geschichtete zum Teil gewachsene Riffgestein verhältnissmässig kleine linsförmige Anschwellungen innerhalb der deutlich geschichteten Lager bilden, die teils unter dem Riff unterteufen, teils sich über denselben hinaufheben. Diese haben eine stärkere Neigung wie jene. Auf einem Korallenriff ist nicht der ganze Riff von einem gleichmässig verteilten Bestand aus Korallen bedeckt, sondern diese bilden zusammenhängende oder getrennte Gebüsche, zwischen welchen sich Gänge und Höhlen winden. Es ist in diesen und ausserhalb des Riffes, dass der Kalksand abgesetzt wird, neue Korallgebüsche entstehen, alte sterben ganz oder teilweise hin, und verschieben sich bald hier, bald dort. Andere Gebüsche verzweigen sich, teilen sich und verwachsen mit ihren Nachbarn u. s. w. Eine Folge aller dieser Vorgänge ist, dass die Grenzen zwischen dem Sedimentationsgebiet und dem Riffbildungsgebiet sowohl innerhalb wie ausserhalb des Riffes unaufhörlich so schwanken, dass man nachher auf einem Profil in dem Eingreifen der Gesteine in einander diese Wechselungen ablesen kann.

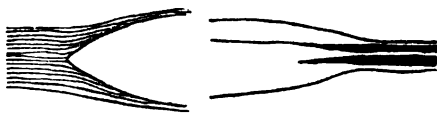


Fig. 5. Grenzen zwischen dem Riffgestein und den Sedimenten. Schematisch.

Teils sieht man mitten im Riffgestein kleine auskeilende sedimentäre Lager oder Andeutungen zur Schichtung, teils ragen sedimentäre Lager in die Linsen hinein. Ferner beobachtet man, dass ein oder mehrere Lager, welche, so lange sie in dem Sedimentationsgebiet ihren Verlauf haben, verhältnissmässig dünn sind, bei ihrem Zusammentreffen mit der Rifflinse aber plötzlich aufschwellen, um sich bald in das ungeschichtete Riffgestein zu verlieren. Ebenso keilen Linsenenden zwischen den sedimentären Lagern aus. Gegen innen dagegen sind diese mit den Enden hinausragenden Linsen nicht begrenzt, sondern gehen in das allgemeine Korallengewirr über. Schliesslich ist es klar, dass auch die allergeringste Störung, diese mag nun während des Wachsens des Riffes oder später eingetroffen sein, besonders an dieser schon primär scharfen Grenze zweier Facies einen Ausdruck finden muss. Dieses spricht sich denn so aus, dass sedimentäre Lager, die nicht unter die Linse hinein verlaufen oder sich über dieselbe

aufbuchten, sondern zwischen diesen Lagern liegen ohne irgend einen Zusammenhang mit der Linse gegen dieselbe abstossen, und zwar auf eine Weise, die man sich nicht als primär leicht denken kann.

Das Gestein in der Steile oberhalb »Brunbergs betning« fasse ich als ein zoogenes sedimentäres Gestein auf, während dessen Absetzung bald hier bald dort wiederholte Ansätze zur Riffbildung stattgefunden haben, die jedoch bald wieder unterbrochen worden sind.

Bei Studien über zoogene Gesteine stösst man beständig auf Schwierigkeiten, die darin ihren Grund haben, dass die Thierformationen der Gegenwart theils nicht als solche beschrieben worden sind, und theils und besonders nicht einmal im geringsten Masse aus entwicklungsgeschichtlichem Gesichtspunkte studiert worden. Die Thierformationen des Meers bieten jedoch genügend viele Ähnlichkeiten mit den Pflanzenformationen auf dem Land, dass man wegen der grossen Aufschlüsse, die das Studium dieser veranlasst haben, gegründete Hoffnungen hegen kann, dass wir auch aus Untersuchungen in jener Richtung interessante Resultate zu erwarten haben. Ist z. B. ein Meeresgrund mit Ascidien bedeckt, eine Schlussformation, die bestehen wird, bis irgend ein äusserer Factor eingreift, oder ist diese Formation bloss ein vorübergehendes Stadium, ein Entwicklungsstadium, aus dem sich auf Grund noch unbekannter Konkurrenzgesetze andere Formationen entwickeln werden?

Auf der Entwicklung der Thierformationen dürften solche Erscheinungen beruhen, wie das wiederholte Auftreten einer zoogenen Schichtserie, wobei sowohl die ältere wie die jüngere Auflage denselben oder einen wenig abweichenden paleontologischen Charakter haben kann. Ein besonders schönes Beispiel einer derartigen Wiederholung sogar dreier Lager habe ich innerhalb der oberen Maastrichterkreide beobachtet.

{ Bryozoenlager	0,75 M.
{ Harte Bank mit Anthozoa und Bohrmuscheln	0,50 M.
{ Tuffkreide	4—5 M.
{ Bryozoenlager	1 M.
{ Harte Bank mit Anthozoa und Bohrmuscheln	0,50 M.
{ Tuffkreide	9 M. ¹

Die Tuffkreide besteht hauptsächlich aus scharfkantigem Kalksand, in welchen Echinodermfragmente eine hervorragende Rolle spielen. Die beiden anderen Lager sind aus sedentären Thieren entstanden. Die Anthozoabänke sind einem Riffgestein so ähnlich, dass man sie dafür halten würde, wenn das Lager nicht im Verhältnisse zu seiner weiten Verbreitung zu dünn wäre. Die Bryozoenlager bestehen zum grössten Teil aus nicht

¹ UBACHS, C.: De geologische Aardvorming van Limburg. Voordracht, gehouden te Amsterdam in het 11e Natuur en Geneskundig Congres van Nederland 1887.

abgeriebenen Bryozoen, deren Basalteile noch auf den Anthozoabänken zu sehen sind und von wo sich sogar noch vereinzelte Exemplare erheben.

Wenn man nun in der Succession recenter Thierformationen Vergleichungsmaterial hätte, würde man vielleicht finden, dass die Lagerfolge von Unten nach Oben aus Tuffkreide, Anthozoakalk und Bryozoenlager eine Erscheinung wäre, die nur auf einer entwicklungsgeschichtlichen Succession der Thierformation beruhte, welche die Tuffkreide bildete, und dass nur ein Mal ein etwa geologischer Faktor verändernd eingegriffen und das Ganze auf den Status quo ante zurückgeführt, so dass es wieder anfang, Tuffkreide gebildet zu werden. Ein anderes Beispiel solcher Wiederkehrung eines Lagers bieten die 6 Cystiphyllumbänke in St. Carlsö dar.

Das Krinoide- und Korallenkonglomerat, welches oberhalb des Lagers liegt, dem die Korallenriffe der nördlichen Westküste Gotlands gehören, ist ein Produkt der Thierformationen, welche der korallophilen Fauna folgten. Ob diese neue Thierformation aber mit der vorhergehenden genetisch verbunden ist, lässt sich nicht gegenwärtig entscheiden.

Die jetzigen riffbildenden Korallen leben in sehr seichtem Wasser, in der seichteren Flachsee oder litoral, zum Theil innerhalb der Zeiten. Theils giebt es keinen Grund, dass die gotländischen Korallen weniger Bedürfniss des Lichts gehabt hätten, als die recenten, theils findet man in dem gotländischen Riffgestein zahlreiche Beweise für die Wirkung der Brandung. Steht der Meeresboden still, oder hebt er sich, wird die Riffbildung gegen oben von der Meeresfläche begrenzt und der Riff breitet sich dann aus, statt in die Höhe zu wachsen. Das oberhalb des Riffgesteines liegende Lager aus Krinoideen und Korallenkonglomerat ist eine deutliche Litoralbildung. Während der ganzen Bildungszeit der Lager *d* und *f* muss also eine positive Niveauverschiebung vorsichgegangen sein, wenigstens so gross wie die Mächtigkeit dieser beiden Lager. Während eines positiven Meereswandels wachsen die Riffe in die Höhe, so dass ihre Fläche etwa dem Ebbniveau folgt und eine Niveauverschiebung dürfte niemals so rasch vorsichgehen, dass ihr die Riffbildung nicht folgen kann. Hier in Gotland hätte also die Riffbildung fortgesetzt werden können, was auf diesen Faktor ankommt. Andeutungen einer Riffbildung kommen ja auch in höheren Lagern vor, wovon die Steile bei »Brunsbergs betning« ein Beispiel ist.

Die Lager *b* und *c* bestehen wesentlich aus terrigenem Schlamm. In dem Lager *d* wechseln Sedimente aus Schlamm und Kalksand. In den oberen Lagern bestehen meistens alle Sedimente aus organogenem Material.

Schon der Umstand, dass die Gesteine in so hohem Grade organogen sind, deutet an, dass das Wasser während der Bildung derselben wenig terrigenes Schlamm enthalten hat, denn es dürfte als Regel gelten,

dass mehr bedeutende Ansiedelungen sedentärer Organismen nur in verhältnissmässig reinem Wasser leben können. Auch sind die fraglichen Gesteine verhältnissmässig arm an thonigem Material, welches man sich jedoch, wenn nicht obige Ursache hinzukäme, durch die Annahme erklären könnte, dass der terrigene Schlamm wohl im Wasser vorhanden gewesen wäre, aber nicht zur Ablagerung gelangt. Wenn aber wirklich terrigener Schlamm vorhanden gewesen wäre, dürfte er jedoch besonders von den weiten, zusammenhängenden Krinoideenrasen aufgefangen worden und zum Niederschlag gebracht worden.

Der ganze obere Kalkstein ist auf seichtem Wasser gebildet, zum Teil ganz litoral, zum Teil in der Flachsee. Die Cephalopodenlager sind solche Flachseebildungen und bedeuten vielleicht, dass die positive Niveauverschiebung, welche während der ganzen Bildungszeit des oberen Kalksteines vorsichging, während der Bildung dieser Lager angefangen schneller fortzugehen als vorher, schneller, als dass die Sedimentation mit ihr gleichen Schritt halten konnte.

Der unterliegende Mergelschiefer dagegen dürfte in tieferem Wasser, natürlich noch immer in der Flachsee, abgesetzt worden sein. Da aber die Lager von *d* ab gegen oben in seichtem Wasser gebildet worden sind und während einer positiven Niveauverschiebung, muss man sich denken, dass die Grenze zwischen *c* und *d* mit einem Zeitpunkt zusammenfällt, wo der Meeresgrund entweder durch Sedimentation oder infolge einer negativen Niveauverschiebung der Meeresfläche so nahe gekommen, dass riffbildende Korallen anfangen konnten, auf denselben Ansiedelungen zu bilden und ihre Bauten zu begründen. Mithin muss der Mergelschiefer entweder während eines Ruhestadiums der Niveauverschiebungen, oder während einer negativen Verschiebung gebildet worden sein. Es ist ferner leicht einzusehen, dass während der Bildung des Lagers *c* ein Land in SO lag, da die Grenze zwischen dem Mergelschiefer und dessen Aequivalent, dem Sandstein, der in einem mehr litoralwärts gelegenen Teil der Flachsee gebildet worden ist, in etwa nordöstlicher Richtung verläuft. Hiermit dürfte auch der Umstand zusammenhängen, dass die verschiedenen faunistischen Facies des Mergelschiefers in dieser Richtung ihre Längenausdehnung haben.

Während der Bildung des Lagers *d* zeigt auch dasselbe Gebiet, wo vorher der Sandstein abgesetzt wurde, eine petrographische Abweichung vor, indem dann hier Oolit gebildet wurde, welcher in der Gegenwart eben in dem nicht frischen Wasser zwischen dem Ufer und dem lebenden Aussenrand der Riffe gebildet zu werden pflegt. Der obere Kalkstein dagegen zeigt über ganz Gotland gleichartige Facieswechselungen vor, welche schon teilweise im Lager *d* mehr auf dem Konkurrenzgesetz der gesteinbildenden Organismen beruhen dürften, als auf geologischen Verschiedenheiten innerhalb ihres Bildungsgebiets. Solche oft lange fortdauernde kon-

kurrierende Organismenansiedelungen bilden Korallen, Krinoideen, Stromatoporen, Kalkalgen u. A., welche oft ein undeutlich geschichtetes Gestein bilden, dessen eventuellen Riffgesteinnatur ich wenigstens nicht habe nachweisen können. Meistens bilden sie jedoch deutlich sedimentäre Lager.

Die recenten Riffkorallen gedeihen, von anderen Faktoren abgesehen, nur innerhalb der Isokrymen von 20° C. Hieraus darf man natürlich nicht etwa folgern, dass, da in silurischer Zeit in Gotland Korallenriffe vorkamen, die Isokryme von 20° C, damals nördlich von diesen Riffen ihren Verlauf hatte. Da aber die Oberfläche eines Korallenriffs etwa innerhalb der Zeiten liegt, kann man sich nicht vorstellen, dass das Silurmeer, da, wo die gotländischen Riffe vorkommen, während des Winters eisbedeckt wurde und, um diese Bedingung zu erfüllen, braucht man keine mehr erheblichen Anomalien des Klimas von dem jetzigen anzunehmen.

Litteraturverzeichniss

ANDERSSON, J. G.

1. Om öländska raukar. Bih. till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar Bd. 21. Afd. II N:o 4. 1895.

LINDSTRÖM, G.:

2. Anteckningar om Silurlagren på Stora Carlsö. Öfvers. Vet.-Akad:s Förhandlingar 1882. N:o 3.
3. Om postglaciala sänkningar af Gotland. Geologiska Föreningens i Stockholm Förhandlingar N:o 102. Bd. VIII H. 4. p. 251. 1886.
4. Ueber die Schichtenfolge des Silur auf der Insel Gotland. Neues Jahrbuch 1888. Bd. I. S. 147.

5. List of the Fossil Faunas of Sweden II. 1888.

6. Beschreibung einiger obersilurischen Korallen aus der Insel Gotland. Bih. till K. Svenska Vet.-Akad. Handlingar Bd. 21. Afd. IV N:o 7. 1896.

STOLLEY, E.:

7. Ueber gesteinsbildende Algen und die Mitwirkung solcher bei der Bildung der Skandinavisch-baltischen Silurablagerungen. Naturwissenschaftliche Wochenschrift. XI. Band N:o 15. 1896.

WALTHER, JOHANNES:

8. Einleitung in die Geologie als historische Wissenschaft. Jena 1893/94.

Erklärung der Tafeln.

Pl. VIII.

Fig. 1. Häflingsklint N von Ihre.

Fig. 2. Der 6^{ste} »Klint» gegen SW von Lickershamn.

Pl. IX.

Fig. 1. Der »Klint» bei »Predikstolen» N von Wisby.

Fig. 2. Svarfven oder Svarfvarhuk an der östlichen Mündung von Kapellhamnsviken. (Nach einer Photographie von J. G. ANDERSSON 1894.)

Pl. X.

Fig. 1. »Klint»-Ruine SW von Lickershamn.

Fig. 2. »Die Jungfrau» bei Lickershamn. Links »Klint» aus Mergelschiefer. Rechts in der Ferne ein »Klint» aus Riffgestein. (Nach einer Photographie von C. BENEDICKS 1894.)

8. Zur Kenntniss der qvartären Säugethier-Fauna Schwedens

von

Rutger Sernander.

Wein man von SVEDENBORGS für seine Zeit bemerkenswerther Deutung des Walfundes bei Vånga in Vestergötland absieht, wurde das Studium unserer qvartären Säugethier-Fauna und ihrer Entwicklungsgeschichte während der ersten Hälfte dieses Jahrhunderts durch die theils von A. J. RETZIUS, theils und zwar in noch grösserem Umfange durch die von SVEN NILSSON angestellten Forschungen über Knochenreste in den Torfmooren Schonens eröffnet. Etwa ein Dutzend subfossiler Säugethierarten wurden von NILSSON bestimmt und eingehend untersucht, und in der Einleitung zur zweiten Auflage seiner »Skandinavisk Fauna« (Lund 1847) liefert er einen Entwurf der Einwanderungsgeschichte der schwedischen Säugethier-Fauna nach der Eiszeit, dessen Grundzüge noch heute bestehend sind, was um so bemerkenswerther ist, als die Zeitgenossen NILSSONS sehr schwankende Begriffe von den qvartären geologischen Erscheinungen hatten.

Den subfossilen Meeressäugethieren widmete NILSSON nur geringe Aufmerksamkeit. Die Kenntniss derselben ist indessen erweitert worden in demselben Maasse wie unsere Kenntniss der Niveau-Veränderungen, von denen Skandinavien nach der Eiszeit betroffen wurde. Durch die Untersuchungen von LILJEBORG, KINBERG, CARL AURIVILLIUS u. A. kennen wir viele *Walthiere* und durch KINBERG, NATHORST, MUNTIE u. A. viele *Phocaceen* aus sowohl der *Yoldia*- und der *Ancylus*-Zeit als aus der *Litorina*-Zeit.

Was die subfossile Land-Fauna aber betrifft, sind die Aufschlüsse NILSSONS nicht in dem Umfange verfolgt worden, wie man von der Wichtigkeit und dem Reichthum des in unseren Torfmooren, alten Kulturschichten etc. aufbewahrten Materiales erwartet hätte.

Am besten untersucht sind die Kulturschichten und zwar wegen ihres archäologischen Werthes. Der hervorragendste Forscher auf diesem Gebiete ist HJ. STOLPE. Die aus paläontologischem Gesichtspunkte wichtigsten Funde stammen aus Hästetjorden in Dalsland, »Svarta jorden« auf

Björkö im Mälaren, dem Hafen von Ystad, »Stora Förvar» auf Stora Karlsö bei Gotland und Gullrum auf der Hauptinsel selbst sowie aus dem Ringsjön in Schonen.

Die *Torfmoor-Fauna* ist dagegen während des langen Zeitraumes nach dem Jahre 1847 durch keine Art vermehrt worden, und dem Inhalte unserer Torfmoore an Säugethierknochen ist ein so geringes Interesse zu Theil geworden, dass seit dieser Zeit für die Provinzen nördlich von Schonen nur folgende neue Angaben in der Litteratur vorliegen:

Halland, Kirchspiel Snöstorp: *Bär*¹.

Småland, Råkneby: *Auerochs*².

Östergötland, Odenfors: *Auerochs* und *Pferd*³; Mjölby: *Auerochs*⁴; Hagebyhöga: *Bison* und *Elenthier*⁴.

Verfasser selbst hat ausserdem a. a. O. einige kurze Mittheilungen über Säugethierreste aus Gotland⁵ und Nerike⁶ geliefert. Diese und einige andere Funde sind es, die ich im Nachfolgenden näher beschreiben werde.

Bos primigenius L. H. BOJANUS.

Schonen, Hemmesdynge.

Aus den Torfmooren des südwestlichen Schonens, besonders denen der Küstengegenden, liegt eine Serie von Auerochs-Funden vor, von welchen die meisten in das zoologische Museum zu Lund gekommen sind. Einige zwanzig Fundorte sind seit RETZIUS in dieser Gegend entdeckt⁷. Das zoologische Museum zu Upsala hat neulich von Lic. Phil. HJ. ÖSTERGREN einen Auer-Schädel aus einem neuen Lokale, einem Moore bei Hemmesdynge, 13 km. O. von Trelleborg, bekommen.

Bei der Ausgrabung hatte man eine Menge von Knochen gefunden, aber von diesen ist nur der Schädel übrig. Auch dieser ist defekt, so finden sich nicht die Nasenbeine, das linke os intermaxillare, die Vorderzähne, die Prämolaren des Unterkiefers etc.

Der Schädel deutet auf ein sehr kleines, aber völlig ausgewachsenes

¹ von F. A. SMITT erwähnt. Cfr A. G. NATHORST, Jordens Historia. Del 2, p. 1086.

² N. O. HOLST, Om ett fynd af urox i Råkneby, Ryssby socken, Kalmar län. Geol. Fören. Förhandl. Bd X. 1888.

³ J. W. GRILL, Lemning af uroxen i Östergötland. Öfvers. af K. Vet. Akad. Förh. 1857. HOLST l. c.

⁴ N. O. HOLST, Geol. Fören. Förhandl. Bd X. 1888, p. 462.

⁵ RUTGER SERNANDER, Studier öfver den gotländska vegetationens utvecklingshistoria. Gradualdissertation. Upsala 1894.

⁶ RUTGER SERNANDER, Om några arkeologiska torfmossesfynd. Antiquarisk Tidskrift för Sverige, XVI, 2, 1885.

⁷ HOLST, G. F. F. Bd X, p. 473.

Individuum. Die Dimensionen, mit dem bekannten Skelette verglichen, von dem NILSSON¹ und LILLJEBORG² ihre Maasse genommen, sind:

	Das Exemplar aus Hemmesdyng	Das von NILSSON und LILLJEBORG ge- messene Exemplar
Länge des Schädels vom Vorderrande der ossa intermaxillaria bis zum Nacken- rande:	50 Cm.	72 Cm.
Breite der Stirn zwischen den Hörnern und den Augenhöhlungen	18 »	23,1 »
Umkreis der Basalpartie der Hörner	23 »	36,6 »
Länge von der Basalpartie der Hörner an bis zur Orbita	10 »	17 »
Breite der Stirn zwischen den Hörnern . .	14 »	24,5 »

Über den Fundort hat Lic. Phil. ÖSTERGREN gütigst mitgetheilt, dass das Moor sehr klein ist und dass das Skelett in 5 Meter Tiefe im Torfe gefunden wurde.

Die ansehnliche Tiefe, in welcher der Fund gemacht wurde, deutet auf ein hohes Alter hin. Muthmasslich stammt dieser wie viele andere Funde aus der Kieferperiode.

Bos longifrons OWEN.

Gotland, Torfmoor *Dammen* im Kirschspiel Fröjel.

Während ich am 29. Juni 1892 Grabungen in einem Moor Dammen in Fröjel auf der Westküste Gotlands machte, um die Lagerfolge desselben zu studieren, stiess ich zufällig auf eine Sammlung von Säugethierknochen, die sich später als einem Exemplare des Zwergochsen (*Bos longifrons* OWEN) angehörig erwiesen. Die Knochen befinden sich jetzt im geologischen Museum zu Upsala.

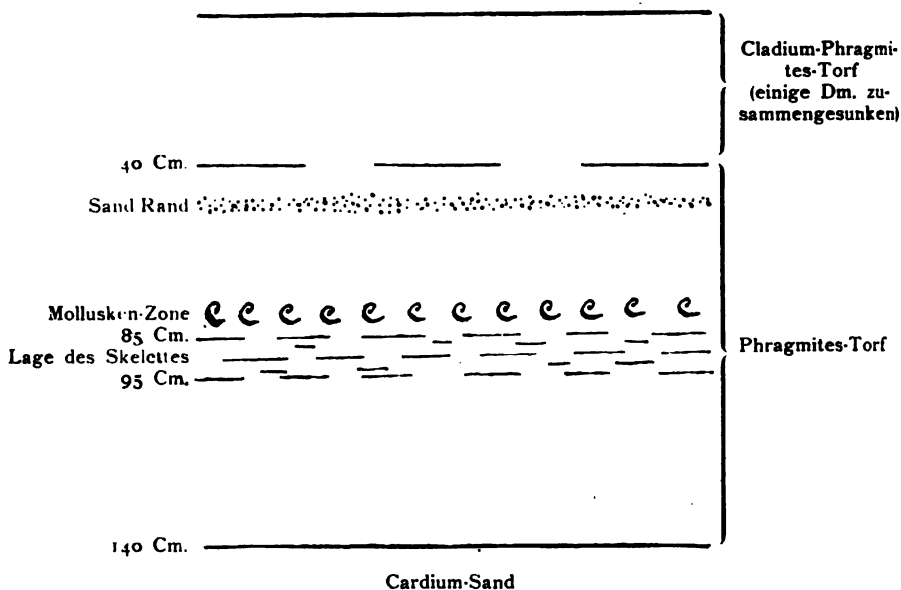
Für die näheren Details der Vegetation, Umgebungen und Lagerfolge des Moores verweise ich auf die oben citierten »Studier öfver den gotländska vegetationens utvecklingshistoria.»

Das Moor beträgt 1,5 Hektar und liegt etwa 12 M. ü. d. M. Es ist von Wiesenvegetation mit häufigen Gräsern und reichlichen Kräutern bewachsen und von *Pineta herbida* SERN. umgeben. Seine Unterlage ist *Cardium*-Sand. Der 130—140 Cm mächtige Torf besteht obenan aus *Cladium-Phragmites*-Torf, der nach unten in *Phragmites*-Torf, häufig mit Gytja- und Sandrändern vermischt, übergeht.

¹ Skandinavisk Fauna, 1 Theil. 2 Aufl., p. 541.

² Skandinavisk Fauna, Sveriges och Norges Rygggradsdjur. I Däggdjuren. Upsala 1874, p. 871.

Am Fundorte ist die Lagerfolge die untenstehende.



Der *Phragmites*-Torf enthält folgende Pflanzentheile:

- Alnus glutinosa* GÄRTNER: Früchte und männliche Kätzchen.
- Amblystegium scorpioides* (L.): Blättertragende Sprosse.
- Betula alba* L.: Früchte und Kätzchenschuppen.
- Cladium Mariscus* (L.) R. BR.: Rhizome.
- Corylus Avellana* L.: Nüsse (eine Nuss ist von einem *Nager*, wahrscheinlich einem Eichhörnchen, geöffnet worden) und Blätter.
- Menyanthes trifoliata* L.: Samen.
- Phragmites communis* TRIN.: Rhizome.
- Polystichum Thelypteris* (L.) ROTH: Blattlappen.
- Potamogeton* cfr *natans* L.: Früchte.
- Quercus Robur* L.: Blätter und Zweige.
- Salix* sp.: Eine Kapsel.
- Tilia europæa* L.: Fragment eines Deckblattes?

und folgende Käfer:

- Donacia spinosa* DE GEER.
- Geotrupes stercorarius*.
- Macrodytes* sp.

Die Molluskenzone ist stark mit Gytja vermischt und enthält folgende Arten:

- Cyclas cornea* (L.).
- Bythinia tentaculata* (L.).

Linnæa ovata DRAP.

Physa fontinalis (L.).

Valvata cristata MÜLLER.

Die Knochen lagen in horizontaler Richtung auf einen Raum von ungefähr 1 □-M. Fläche und 10 Cm. Höhe gleichmässig vertheilt. Bei dem Aufholen waren sie ähnlich wie der *Phragmites*-Torf glänzend gelb. Dieselben waren:

Der Schädel.

2 Bruckstücke der *Hinterhauptknochen* mit beiden *Condyli occipitales*.

Linker Oberkiefer: die 3 *Molaren* mit einem Bruchstück des *Kieferbeines*. (Fig. 3).



Fig. 1. Linker Unterkiefer des *Bos longifrons* aus Dammen.
($\frac{1}{2}$ nat. Gr.)



Fig. 2. Linker Unterkiefer einer mittelgrossen Kuh aus Upland.
($\frac{1}{2}$ nat. Gr.)

Linker Unterkiefer: *Corpus* ziemlich wohl erhalten, aber nur mit Backenzähnen. Der hinterste *Molar* ist 17° nach vorn geneigt. (Fig. 1).



Fig. 3. Erster Molar des Oberkiefers.

Rechter Unterkiefer: die 3 *Molaren* mit einem Bruchstück des *Kieferbeines*.

Der Rückgrat.

Atlas.

3 *Halswirbel*.

3 *Brustwirbel* und 4 *Neuralstacheln*.

2 *Lendenwirbel*.

Stückchen des *Kreuzbeines*.

Rippen: Eine Menge Stückchen von sowohl der rechten als der linken Seite.

Das rechte Vorderbein.

Scapula. (Fig. 4).

Radius: 2 Stückchen.

Ulna.

Os capitatum.

Metacarpus in 5 Bruchstücken.

Erste *Phalange* des dritten *Fingers*.

Das linke Vorderbein.

Radius in drei Bruchstücken.

Ulna.

3 Knochen vom *Carpus*.

Metacarpus sehr zerbrochen.

Zweiter Finger: alle 3 *Phalangen*.

Dritter Finger: erste und dritte *Phalange*.

Das rechte Bein.

Fragmente des *Beckens*.

Calcaneus.

Fragment des *Metatarsus*.



Fig. 4. Scapula des *Bos longifrons* aus Dammen.
($\frac{1}{3}$ nat. Gr.)



Fig. 5. Scapula einer mittelgrossen Kuh aus Upland.
($\frac{1}{3}$ nat. Gr.)

Das linke Bein.

Fragmente des *Beckens*.

Femur in drei Bruckstücken.

Der Platz des Skelettes in der Lagerfolge ist völlig primär. Dies geht u. A. aus der unvermischten Beschaffenheit der überliegenden Sand- und Mollusken-Ränder hervor. Das Thier ist in dem kleinen See, der früher das Torfmoorbecken einnahm, ertrunken — vielleicht ist das Eis unter ihm eingebrochen — und sein Körper ist nach einiger Zeit zu dem von mit Gytja vermischem *Phragmites*-Torf gebildeten Grunde des Sees gesunken. Der Körper verfaulte und wurde von Organismen zerstört. Das Skelett fiel zusammen, ein Theil desselben aber hat sich bis auf unsere Tage unter den allmählich zunehmenden Gytja- und Torfablagerungen erhalten.

Das Skelett stimmt genau mit den Beschreibungen und Maassen überein, welche NILSSON (l. c.), L. RÜTIMEYER¹ und Fr. WAHLGREN² für *Bos longifrons* OWEN 1846 (Syn. *Bos brachyceros* OWEN 1830) mittheilen.

Leider ist nichts von den für die Art so charakteristischen Hörnern und Stirnpartien erhalten. Die noch aufbewahrten Theile des Schädels liefern jedoch einige wichtige Aufschlüsse. Auf der Zahnreihe des linken Unterkiefers, die, ähnlich wie das — ebenfalls in einem Torfmoore gefundene — im zoologischen Museum zu Lund aufbewahrte Exemplar Nr 43, 130 Mm. lang ist, sind die Molaren einwärts 17°, die Molaren des Oberkiefers auswärts geneigt, während sie, wie RÜTIMEYER nachgewiesen hat, bei dem gewöhnlichen Ochsen (*Frontosus*-Rasse) fast vertikal stehen. Die Zähne sind schief verschoben. Für ein junges Individuum aus Schonen theilt NILSSON folgende Maasse mit, die bei dem Exemplar von Dammen entsprechen:

	Das Exemplar NILSSONS	Das Exemplar von Dammen	Mittelgrosse Kuh aus Upland
<i>Foramen magnum</i> : Diameter . .		35 Mm.	40 Mm.
Die Zahnreihe des Unterkiefers:			
Länge		130 »	145 »
<i>Atlas</i> : grösste Breite	109 Mm.	109 »	125 »
<i>Scapula</i> : Länge	280 »	260 »	340 »
Breite	151 »	120 »	185 »
Abstand von <i>cavitas</i>			
<i>glenoidalis</i> an bis zu <i>spina</i> . .	39 »	40 »	50 »
<i>Os capitatum</i> : grösste Breite . .		36 »	48 »
Rechter <i>Metacarpus</i> : Länge . .	179 »	167 »	205 »
<i>Radius</i> : Länge	247 »	235 »	280 »
» Breite nach unten . . .		56 »	75 »
<i>Ulna</i> : Länge des <i>Olecranon</i> . .		66 »	100 »

¹ Versuch einer natürlichen Geschichte des Rindes. I Abtheilung Zürich 1867.

² Om de vid utvidgningen af Ystads hamn åren 1868—69 funna daggdjursben
Lunds Univ. Årsskr. Tom IX. 1872.

Linker <i>Metacarpus</i> : Breite der			
unteren Gelenkfläche	58 Mm.	45 Mm.	65 Mm.
Länge der Phalangen des zweiten			
Fingers; die erste;	49 »	45 »	65 »
die zweite	29 »	23 »	45 »
<i>Acetabulum</i> : Diameter		40 »	55 »
<i>Femur</i> : Länge	280 »	280 »	390 »
» Minimum-Dicke		27 »	39 »
<i>Calcaneus</i> : Länge		110 »	143 »

Der Zwergochs ist ein sehr kleines und schlankes Thier gewesen. Die Knochen sind zart und, wie NILSSON zutreffend bemerkt, von einem hirschähnlichen Habitus. Ausser dass jede Knoche kürzer als die entsprechende Knoche des zahmen *Bos taurus* ist, wie aus den in die obige Zusammenstellung eingerückten Maassen des Skelettes einer mittelgrossen im zoologischen Museum zu Upsala aufbewahrten Kuh aus Upland hervorgeht, ist dieselbe auch im Verhältniss zu ihrer Länge zarter und dünner.

Aus welcher Zeit stammt der vorliegende Fund? Die Höhe des Moores über dem Meere ist 12 M. Die *Litorina*-Grenze liegt bei »Burgåkers myr» 5,6 Km. nach S. 17,6 M.¹, bei Mölners 5,6 Km. nach NNW. 18 M.² und in Sanda 11,5 Km. nach N. 19 M. ü. d. M.³. Dieselbe dürfte also hier 18 M. betragen, weshalb das Moor bei 67 0/0 der *L.-Gr.* liegt.

Für Moore dieses Alters habe ich gezeigt, dass sie Ablagerungen aus den drei klimatischen Perioden enthalten, welche die letzten Abschnitte der postglacialen Zeit einnehmen. Die erste dieser Perioden, die *atlantische*, zeichnete sich nach meinen Untersuchungen der gotländischen Moore durch eine reiche *Eichen*-Flora aus, in welcher Reste von heutzutage in der gotländischen Vegetation seltenen Formen, z. B. *Alnus glutinosa* GÄRTN., enthalten waren.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass der *Phragmites*-Torf, wahrscheinlich mit Ausnahme der allerobersten Theile, atlantisch ist. Dass nicht hier, wie auf so vielen anderen gotländischen Mooren, die trockene subboreale Periode eine Strunkschicht als Spur ihres Daseins hinterlassen hat, beruht entweder auf dem hohen Feuchtigkeitsgrade des Beckens oder darauf, dass dieselbe bei den zwei von mir gemachten Ausgrabungen nicht angetroffen wurde.

Da die atlantische Periode schon vor der *L.*-Senkung begann und ausserdem das Moor nicht unbeträchtlich unter der *L.*-Grenze liegt und 45 Cm. tiefer *Phragmites*-Torf bereits sich abgelagert hatte, bevor die Knochen eingebettet wurden, so muss dieses Einbetten gegen das Ende

¹ Den gotl. veg., p. 252.

² A. VESTERBERG G. F. F. Bd IX. 1887.

³ Den gotl. veg., p. 51—52.

der Periode stattgefunden haben. Um diese Zeit herrschte nach den Untersuchungen der letzten Jahre das jüngere Steinzeitalter¹.

Also: *Der im Dammen gefundene Zwergochs stammt aus der Litorina-Zeit, der Eichenperiode, sowie aus dem letzteren Abschnitte der atlantischen Periode und zwar aus dem jüngeren Steinzeitalter.*

Ob der Zwergochs in unserem Lande ursprünglich wild gelebt hat, oder ob er immer ein Hausthier gewesen ist, darüber ist man noch nicht völlig einig.

22,5 Km. SSO. von dem Moor Dammen liegt eine Ebene, Gullrum, auf welcher die Ausgrabungen der letzten Jahre einen Wohnplatz aus dem Steinzeitalter konstatiert haben². Die Ebene liegt 11,5 M. ü. d. M. Aus verschiedenen Gründen ist man berechtigt anzunehmen, dass die damalige Strandlinie nicht entfernt war. Die Menge der innerhalb eines sehr kleinen Gebietes ausgegrabenen Gegenstände — z. B. etwa 22,000 Topfscherben — spricht dafür, dass der Platz sehr lange bewohnt gewesen ist und dass das Land also während dieser Zeit sich ein Stück gehoben hat. Da nun die L.-Grenze hier ungefähr 15 M. ü. d. M. liegt, und wenn man diese Hebung auf einige Meter veranschlägt, würde folglich die Lage der betreffenden Strandlinie zur L.-Grenze sich zwischen 70 und wenigstens 50 Procent verschoben haben.

Während irgend eines Theiles des Daseins dieses Wohnplatzes ertrank also wahrscheinlich der Zwergochs in Fröjel.

Wenn dieser ein zahmes Thier gewesen wäre, hätte man erwarten können, dass Herden dieses Thieres auf dem benachbarten Wohnplatze bei Gullrum gehalten worden wären. Unter den Tausenden von Knochen aber, die sich hier aufbewahrt fanden, hat man noch keine solche als vom *Bos* herrührend erkennen können.

In Stora Förvar auf Stora Karlsö — 13,5 Km. von dem Moor Dammen entfernt — sind die Kulturschichten des Steinzeitalters 3,5 M. mächtig, obgleich sie nur aus dem jüngeren Abschnitte desselben stammen. Allein nur in den oberen Theilen, also aus dem Zeitraume, der dem Bronzezeitalter zunächst vorherging, sind Überreste vom *Bos* vorhanden und zwar in grosser Menge.

Die vorliegenden Umstände sprechen mithin sämmtlich dafür, dass das Skelett eher einem wilden als einem zahmen Thiere angehört hat.

Reste vom *Bos* sind schon früher in gotländischen Torfmooren angetroffen worden. Professor G. LINDSTRÖM erzählt³ dass er in dem Torfe desjenigen Moores, welches über den bekannten L.-Ablagerungen bei dem Acker von Stigstäde in Hafdhem liegt, »Zähne des gewöhnlichen Ochsen» gefunden hat.

¹ RUTGER SERNANDER, Om några arkeologiska torfmossesfynd.

KNUT KJELLMARK, Une trouvaille archéologique, faite dans une tourbière au nord de la Nericie. Bull. of the Geol. Inst. of Upsala, No. 5, Vol. III, 1896.

² HANS HANSSON, En stenåldersboplatz på Gotland, Sv. Fornminnesföreningens Tidskrift, Bd X. 1897.

³ Om postglaciala sänkningar af Gotland, p. 253, Geol. Fören. Förhandl., Bd VIII. 1896.

Sus scrofa L.

Gotland, Kirchspiel Hafdhem, Libbenarfve myr:

Aus den Schilderungen, welche ich a. a. O. über dieses Moor und seine Entwicklungsgeschichte geliefert habe¹, geht hervor, dass sein Becken, als das L.-Meer nach seiner maximalen Verbreitung dessen eichenbewachsene Ufer verlassen hatte, von der *Cladium*-Formation eingenommen wurde. Nach dem Schlusse der atlantischen Periode wurde das ganze weite Moor während der subborealen Periode von einem Kieferwalde bedeckt, der dann während der feuchten subatlantischen Periode von einer neuen *Cladium*-Formation ertränkt wurde.

Während ich am 26. Juni 1890 dieses Moor untersuchte, wurden von einigen Arbeitern, die in einiger Entfernung mit Grabenziehen beschäftigt waren, Säugethierknochen im Torfe angetroffen. Ich war also in der Lage, den Fundort selbst sogleich zu untersuchen. Wie es sich herausstellte, rührten die Knochen vom *Sus scrofa* her und lagen an der Grenze zwischen dem *Cladium*-Torfe und der marinen Gytjtja, aus welcher die Unterlage des Torfes bestand. Sie waren, ähnlich wie der umgebende vermoderte Torf, von dunkler Farbe — aber hart und fest — und bestanden aus:

Femur: Länge 256 Mm.

Tibia: Länge 213 Mm.

Knoche aus dem *Metatarsus*: Länge 100 Mm.

Ohne Zweifel rühren diese Knochen von einem Wildschweine her. Ihre Form und Dimensionen geben hierbei keinen bestimmten Ausschlag, sie stammen aber aus einer Zeit, die kurz nach der Zeit der Maximumhöhe des L.-Meeres folgte, und sind demnach etwas älter als die 5 Km. von dort gelegenen Kulturschichten von Gullrum, in denen sich viele Knochen des wilden Schweines, aber keine sicheren des zahmen Schweines finden.

Cervus Alces L.

Gotland, Vamlingbo, Rembs myr.

Durch Vermittelung des Lic. Phil. H. LUNDGREN, welcher wusste, dass ich mich für die gotländischen Moore interessiere, habe ich neuerdings von LARS HANSSON in Rembs, Vamlingbo, ein *Elenshorn* erhalten, welches er bei Grabung in dem Moore von Rembs gefunden hat.

Das Horn gehört zum *Cervina*-Typus und ist von grobem Bau. Es ist das linke Horn mit zwei Enden.

Was die Fundumstände betrifft, liegen keine anderen Aufschlüsse

¹ RUTGER SERNANDER, Om Litorinatidens klimat och vegetation, p. 349—350, Geol. Fören. Förhandl., Bd XV. 1893. Studier öfver den gotl. veg:s utvecklingshistoria, p. 62—63.

vor, als dass das Horn auf der sändigen Unterlage der zusammengesunkenen Torfmasse lag.

Das Moor liegt unter der *L.*-Grenze. Der Fund stammt also aus der *L.*-Zeit und dürfte gleichzeitig mit den Funden von Gullrum, 21,5 Km. entfernt, oder etwas älter sein. Auch unter ihnen sind Elenthierknochen zahlreich vorhanden.

Die oben beschriebenen Säugethierfunde aus gotländischen Mooren deuten darauf hin, dass Funde von noch mehr Säugethieren in denselben zu erwarten sind. Besonders beziehe ich mich auf den *Edelhirsch*, der in Kulturschichten der Stadt Wisby aus der Übergangszeit zwischen dem Eisenzeitalter und dem Mittelalter gefunden ist. Diesbezügliche Untersuchungen, besonders wenn sie mit den reichen archäologischen Schätzen Gotlands zusammengestellt werden, dürften viele interessanten Beiträge zur Kenntniss der Wanderungsgeschichte der schwedischen Säugethiere nach der Eiszeit liefern.

Auch in den marinen Ablagerungen Gotlands finden sich Säugethierreste. Im Kirchspiel Grötlingbo fanden MUNTHE und ich am 16. Juni 1890 in einem 1,5 M. mächtigen *Litorina*-Strandwalle zusammen mit *Mytilus edulis* und Wirbelknochen von Fischen Knochen einer *Phocacee*, die nachher von MUNTHE als zur *Halichoerus grypus* (O. FABRICIUS) gehörend bestimmt wurde¹.

Wie ich in meinen Studien über die Entwicklungsgeschichte der gotländischen Vegetation hervorgehoben habe, ist es nicht sehr wahrscheinlich, dass Gotland nach der Eiszeit an seinem Umfange wesentlich grösser gewesen ist als heutzutage, und jedoch hat die Entwicklung der Vegetation während der postglacialen Zeit mit der des Festlandes gleichen Schritt gehalten. Wie alle Pflanzenarten der reichen Flora Gotlands also über weite Meeresflächen dorthin wandern mussten, so muss dies auch mit dessen ganzer Fauna der Fall gewesen sein und zwar hier mit dem *Zwergochsen*, dem *Wildschweine*, dem *Elen* und dem *Edelhirsch*.

Cervus Alces L.

Nerike, Kirchspiel Lerbäck, Lerbäcksmossen.

Nahe bei der Kirche von Lerbäck liegt ein weites Moor, in welchem das Gut Skyllberg eine grossartige Fabrikation von Brenntorf betreibt. Durch dieselbe ist die Lagerfolge für ansehnliche Strecken an den Tag gelegt worden². Im östlichen Theile ist die Lagerfolge diese:

¹ Bull. Geol. Inst. Upsala. Vol. I, No. 2, 1893, p. 282.

HENR. MUNTHE, Om fyndet af gräsäl i Ancylusleran vid Skattmansö i Upland. Geol. För. Förhandl. Bd 17. 1895. p. 588—589.

² RUTGER SERNANDER, Om förekomsten af subfossila stubbar på svenska insjöars botten. Bot. Notiser. 1890.

- a) 50 Cm. *Sphagnum*-Torf mit u. A.:
Andromeda polifolia L.: Blätter
Eriophorum vaginatum L.: Blattscheiden
Oxycoccus palustris L.: Blätter
Pinus silvestris L.: Nadeln
Picea Abies (L.) TH. FR.: Zapfen und Nadeln
Amblystegium sp.
- b) 20—30 Cm. Strunkschicht von *Kiefern* und *Birken*. Dieselbe enthält:
Corylus Avellana L.: Nüsse
Picea Abies (L.) TH. FR.: Zapfen
- c) 180 Cm. *Phragmites*-Torf mit:
Betula alba L.: Stämme
Menyanthes trifoliata L.: Samen
Quercus robur L.: Stämme
- d) Alter Waldboden mit Strünken von *Kiefern*, *Birken* und *Erlen*; zwischen den Strünken liegen:
Corylus Avellana L.: reichliche Nüsse
Quercus robur L.: Stamm.
- e) Sand.

Im Sommer 1893 wurde ein *Elenshorn* in der Schicht d) von einem Arbeiter gefunden, der ziemlich bald darauf die Gelegenheit hatte, mir den Fundort selbst zu zeigen.

Allem Anscheine nach ist diese unterste Strunkschicht *boreal* und der darüber liegende *Phragmites*-Torf *atlantisch*. Ob man annehmen darf, das Elen habe das Horn auf dem alten feuchten Waldboden abgeworfen, oder ob das Horn auf irgend eine Weise auf den Boden des neugebildeten Sees¹, der im Anfang der atlantischen Periode das Moor einnahm, gerathen ist, lässt sich nicht mit völliger Gewissheit entscheiden. Der Umstand, dass Eichenstämme schwer sind und der vorliegende Fund eines solchen im borealen Waldboden 60 M. vom Moorrande entfernt gemacht wurde, spricht aber eher dafür, dass die Eiche am Platze gewachsen ist, als dass sie vom Ufer hinausgeflossen wäre.

Wie dem auch sei, so erfahren wir durch diesen Fund, dass das Elen schon während der ersten Eichenzeit und zwar vor der Einwanderung der *Picea Abies* im südlichen Nerike vorkam. Für diese Gegenden habe ich nämlich gezeigt, dass die Fichte erst im Übergange zwischen der atlantischen und der subborealen Zeit aufzutreten begann.

J. STEENSTRUP hat bekanntlich nachgewiesen, dass das Elen schon

¹ A. G. NATHORST (Jordens historia p. 1083) nimmt z. B. an, dass das Vorkommen von Elenshörnern in Torfschichten sich bisweilen dadurch erklären lässt, dass solche in die ehemaligen Seen von Menschen hinausgeworfen worden sind.

während der Espenperiode in Dänemark lebte. Es spricht alles dafür, dass dieses Thier sehr früh auch in grossen Theilen unseres Landes lebte. Ausser in Schonen ist dasselbe auch in Östergötland, Nerike und auf Gotland in sehr alten Schichten gefunden worden.

Für das Steinzeitalter besitzt man aus mehreren Fundorten Geräthe, die aus den Knochen oder den Hörnern des Elens verfertigt sind. So weit nördlich wie in Jemtland sind fossile Überreste gefunden worden. Möglicherweise finden sich Reste von Elenthieren im Kalktuffe bei Aspås¹, und Doc. C. WIMAN hat mir mitgetheilt, dass er im Jahre 1896 im Wiesenkalke westlich vom Russfjärden in Ströms Vattudal ein Bruchstück eines Elenshornes gefunden hat.

Cervus capreolus L.

Nerike, Kirchspiel Lerbäck, Lerbäcksmossen.

Gegen das Ende der achtziger Jahre wurde mir erzählt, dass man, als vor etwa zwanzig Jahren der grosse Entwässerungskanal durch Lerbäcksmossen gezogen wurde, dort in 3 M. Tiefe im Torfe das Skelett eines Rehbockes gefunden hatte. Der mir vorgewiesene Fundort liegt gleich unterhalb der Poststation nahe dem jetzigen nach der Eisenbahnstation führenden Wege.

Das Moor ist hier sehr tief und in der angegebenen Tiefe giebt es Schlamm- und Torfablagerungen, die wahrscheinlich aus der Eichenzeit und der atlantischen Periode stammen.

Von dem Skelette wurden nur die sehr schönen Hörner bewahrt. Diese sind mit drei Enden versehen, 22 resp. 23 Cm. lang und von einer glänzend schwarzbraunen Farbe. Der Gutsbesitzer W. MOLIN auf Skyllberg, dem sie gehört haben, hat sie jetzt dem geologischen Institut zu Upsala geschenkt.

Während der Eichenzeit des südlichen Nerikes lebte also das Reh in den mit *Eichen*, *Ahornen*, *Haseln* u. s. w. bewachsenen Laubhainen, die einst die Åsabhänge desjenigen Wassersystemes umkränzten, das sich vom Komhagsmossen nach dem See Tisaren einen Weg bahnt². Zahlreiche südliche Relikte sind in der dortigen Vegetation vorhanden, obgleich die *Eiche* sonst verschwunden ist, aber in den Mooren dieses Gebietes Überreste am Mörtsjön, Lerbäcksmossen, Löppeskärret, am Moore im Park von Klockarhyttan und bei der Fabrik von Åsbro zurückgelassen hat.

Noch in den achtziger Jahren des vorigen Jahrhunderts scheinen

¹ RUTGER SERNANDER, Några bidrag till den norrländska kalktuffloran. Bot. Notiser. 1890.

² RUTGER SERNANDER, Die Einwanderung der Fichte Englers Bot. Jahrbücher. Bd 15. Heft. 1. 1892 und G. F. F. Bd 14. p. 550.

Rehe sich im Kirchspiele Lerbäck aufgehalten zu haben; so wird aus jener Zeit eine auf dem Gute Wissbo angestellte Klapperjagd erzählt¹.

Castor Fiber L.

Upland, Kirchspiel Vaksala, Rörken.

J. STEENSTRUP hat nachgewiesen, dass in den dänischen Torfmöoren Stämme und Äste zu finden sind, welche die charakteristischen Spuren von den Zähnen des Bibers tragen.

Im Jahre 1892 beschrieb A. G. NATHORST schöne und deutliche bibergenagte Stämme, die man im Kastkärns mossen in Dalarne in einer Torfschicht mit Überresten der Linde angetroffen hatte².

Im Jahre 1895 fanden KNUT KJELLMARK und Verf. im Gottersäter mossen in Nerike neue von Bibern genagte Stämme zusammen mit *Trapa natans* L. und einer reichen Eichenflora³.

Im nachfolgenden Jahre machte GUNNAR ANDERSSON in einem Moore bei Katrineholm in Södermanland einen analogen Fund⁴.

Am 12. Oktober 1897 machte ich mit Professor H. CONWENTZ aus Danzig und Mag. P. HJ. OLSSON aus Helsingfors eine Excursion nach dem Moor von Rörken NO. von Upsala. Bei einer Grabung, die ich anstellen liess, um die Lagerfolge des Moores zu demonstrieren, erwies dieselbe hier:

a) 50 Cm. vermoderter *Amblystegium-Torf* (Die subatlantische Periode).

b) 30 Cm. *Strunkschicht* von *Alnus glutinosa* GÄRTN. und *Betula alba* L. (Die subboreale Periode).

c) 200 Cm. *Gyttja* und *Phragmites-Torf* mit *Acer platanoides* L., *Alnus glutinosa* GÄRTN., *Betula alba* L., *Calla palustris* L., *Carex pseudocyperus* L., *Corylus Avellana* L., *Iris Pseudacorus* L., *Menyanthes trifoliata* L., *Nuphar luteum* (L.) SM., *Nymphaea alba* L., *Pinus silvestris* L., *Potamogeton natans* L., *Quercus pedunculata* EHRH., *Rhamnus Frangula* L., mehreren *Salices*, *Sparganium ramosum* HUDS., *Tilia europaea* L. etc. (Die atlantische Periode)⁵.

¹ J. E. FEGREUS in "Tidskrift för Jägare och Naturforskare" 1832. p. 94.

² A. G. NATHORST, Om några till Riksmuséets växtpaleontologiska afdelning inkomna torfmossesfynd. Öfvers. K. V. A. H. Bd 49. 1892.

³ RUTGER SERNANDER u. KNUT KJELLMARK, Eine Torfmooruntersuchung aus dem nördlichen Nerike. Bull. of the Geol. Inst. of Upsala, No. 4, Vol. II, Part. 2, 1895.

⁴ Öfversigt af K. V. A. H. 1896 p. 582.

⁵ RUTGER SERNANDER, Om växtlemningar i Skandinaviens marina bildningar. Bot. Notiser. 1889.

RUTGER SERNANDER, Om Litorinatidens klimat och vegetation. G. F. F. Bd 15. 1893. p. 362.

Als Professor CONWENTZ die Baumreste, die in dem oberen Theile der Gyttja lagen, zu untersuchen anfang, fand er zu unserer grossen Freude einen biberagenagten Stamm, und bald darauf wurde noch einer von mir entdeckt.

Die Fundumstände zeigen eine auffallende Ähnlichkeit mit den zwei Funden aus Gottersätermossen, die ebenfalls aus dem Übergange zwischen den subborealen und den atlantischen Schichten und aus der Eichenperiode stammen. Zur Eichenperiode gehört auch der Fund aus Södermanland und meiner Ansicht nach auch der Fund aus Kastkärnmossen.

Der Biber hat sich lange in Upland erhalten. In einer Arbeit aus dem Schlusse des vorigen Jahrhunderts wird es angegeben, dass der Biber spärlich in der Fyris lebe ¹, und aus der Zeit um 1780 findet sich eine Aufzeichnung von dessen Vorkommen bei Söderfors im nördlichen Upland ².

¹ C. P. THUNBERG, Beskrifning på Svenske Djur. 1798.

² LILLJEBORG, Sveriges och Norges Rygggradsdjur. I. Däggdjuren, p. 366.



9. Über einige Erzlagerstätten der Atacamawüste

von

Otto Nordenskjöld.

I.

Dem Auftreten und der Petrographie der grossartigen Erzlagerstätten der Atacamawüste in Chile wurde bisher verhältnismässig wenig Aufmerksamkeit gewidmet. Während eines Aufenthalts in Chile im antarktischen Winter 1896 konnte ich in den Monaten August und September etwa 6 Wochen dem Studium einer Reihe von den interessantesten Erzlagerstätten der Provinzen Coquimbo und Atacama widmen. Die Zeit war leider viel zu knapp, um genaue Untersuchungen zu ermöglichen, aber ich werde trotzdem im folgenden versuchen, die gewonnenen Resultate kurz darzustellen. Zuerst werde ich, ohne irgend eine bestimmte Ordnung zu befolgen, die interessantesten von den besuchten Minen kurz beschreiben¹, um nachher ihre gegenseitigen Beziehungen und die allgemeinen Ergebnisse näher zu besprechen.

Schon hier möchte ich die Gelegenheit benutzen, allen denen, welche meine Arbeit gefördert haben, meinen besten Dank auszusprechen. Die chilenische Regierung sowie der Intendent von Coquimbo und der Gouverneur von Ovalle haben alles gethan, um mir die Arbeit zu erleichtern. Eine sehr interessante Reise nach den Minendistrikten Condoriaco und Arqueros machte ich in Begleitung des Herrn MANUEL GALLARDO GONZALES. Ganz besonderen Dank schulde ich Herrn CARLOS SANTA MARIA in Copiapó, der mich aufs liebenswürdigste empfing, auf mehreren Reisen begleitete und mir seinen grossen Einfluss durch Empfehlungen und durch Besorgung der Transportmittel zur Verfügung stellte. Aber auch sonst wurde mir auf der Reise ein Entgegenkommen zu Teil, wie man es nur in Chile findet.

¹ Im ganzen etwa 10–12 Gold-, Silber- und Kupferminen, von denen diese erste Mitteilung zwei behandelt.

I. Kupfermine von Amolanas.

(Prov. Atacama. Breite etwa 28° S¹.)

Die Kupfermine von Amolanas gehört zwar nicht durch ihre Erzeugung, aber um so mehr durch ihre geologische Struktur zu den merkwürdigsten Erzlagerstätten Chiles. Es werden gegenwärtig im ganzen jährlich etwa 20,000 Tonnen Erz mit einem durchschnittlichen Gehalt von 5 % Kupfer gewonnen, ein Gehalt, der aber durch einen einfachen Waschungsprozess auf 25 % angereichert wird. Nur der Mangel an Wasserkraft und die weite Entfernung von der Eisenbahn stehen vorläufig einem raschen Aufschwung im Wege, denn Erz von dem erwähnten Gehalt ist in sehr grosser Menge vorhanden.

Die Geologie des Erzvorkommens geht aus dem umstehenden Querprofil hervor.

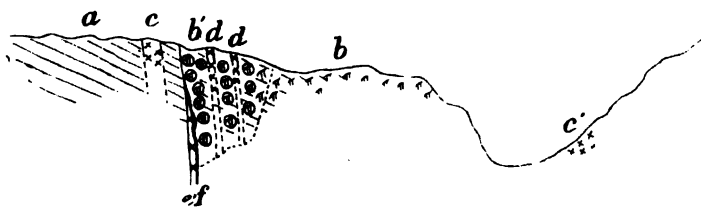


Fig. 1. Querprofil von Amolanas.

NO von der Mine liegen mächtige, rote, ziemlich fossilienarme Sandsteine von liasischem Alter (*a*). Im SW treten dagegen mächtige Bänke Augitporphyrir (*c'*) von sehr wechselndem Aussehen auf². Zwischen den beiden liegt ein etwa 100 m. mächtiger Gang (vielleicht von etwas linsenförmiger Gestalt) von einem quarzporphyrischen Gestein (*b*). Der Kontakt gegen den Sandstein verläuft ziemlich vertikal. An diesem Kontakt enthält der Porphyr bis zu einer Mächtigkeit von 25—30 m. zahlreiche rundliche, gewöhnlich etwa nussgrosse, selten bis zu etwa 0,5 dm. lange, einschlussähnliche Partien von Kupferglanz, häufig mehrere mit einander verwachsen und zuweilen lappig ausgezogen (*b'*). Nur selten finden sich eingesprengte Individuen desselben Minerals; niemals tritt es als Gänge oder Adern, bzw. an Sprünge oder Kontaktlinien gebunden auf.

¹ Die Lage der Minen von Amolanas und Los Bordos findet sich auf dem Querprofil des Westabhanges der Cordillere von Copiapó in *Berghaus: Physikalischer Atlas, Geologie*, Blatt Südamerika, wieder, wo auch die allgemeine geologische Struktur der Gegend studirt werden kann.

² Es sind diese mesozoischen Augitporphyririte, an welche die meisten von den nordchilenischen Kupfer- und Silbererzlagerstätten gebunden sind. Verschiedene Varietäten sollen im folgenden beschrieben werden.

Die meisten Erzlagerstätten, wo Kupferglanz auftritt, enthalten statt desselben auf grösserer Tiefe Kupferkies. Da Amolanas nur eine Tiefe von etwa 100 m. besitzt, kann man vorläufig nicht entscheiden, wie es sich in dieser Hinsicht verhält. Bisher wurde aber ausser Kupferglanz nur Malachit gefunden, der in den obersten Teilen das Gestein imprägniert. — Das helle oder durch diesen Malachit grüne Gestein mit seinen metallschwarzen Flecken besitzt ein sonderbares Aussehen, welches dadurch noch mehr erhöht wird, das die Fleckchen häufig von einer roten Rinde (aus Cuprit?) umgeben sind.

In dem Sandstein kommt nahe am Kontakt ein Gang von rötlichem Augitporphyrit (Melaphyr) vor (*c*). Bedeutend interessanter sind einige Gänge — 2 oder vielleicht 3 an der Zahl — von einem dichten, grünen, diabasähnlichen Gestein, die in der Grube den erzführenden Porphyrit durchsetzen (*d*, *d'*). Kupfer enthalten sie nur in Form einer unbedeutenden Malachit-imprägnation, und ich konnte keine Anreicherung des Erzes in ihrer Nähe beobachten, aber immerhin muss man mit der Möglichkeit rechnen, dass sie zu der Entstehung des Erzes in Beziehung stehen.

Merkwürdig ist auch eine Breccie, die unten in der Grube auf verschiedenen Niveaus gerade am Kontakt zwischen dem Sandstein und dem erzführenden Porphyrit angetroffen worden ist (*c'*, *f*). Da die Zwischenmasse aus Augitporphyrit und die abgerundeten »Einschlüsse« aus verschiedenen Varietäten desselben Gesteins bestehen, muss man sie als ein Eruptivkonglomerat auffassen, das aber zum grossen Teil als Reibungsbreccie ausgebildet ist.

Der erzführende Porphyrit ist im frischen Zustande ein vollkommen dichtes, hellgraues Gestein mit wenig zahlreichen Einsprenglingen, die fast alle aus Quarz bestehen. Dieser zeigt sehr gewöhnlich magmatische Einbuchtungen. Zuweilen finden sich Splitter desselben Minerals oder Individuen, die nach Aussen eine unbestimmte Begrenzung zeigen und durch zahlreiche Einschlüsse von der Substanz der Grundmasse allmählich in diese übergehen. Spärliche Individuen von Feldspat, die früher vorhanden waren, sind jetzt in pinitoidische Substanz umgewandelt. Die Grundmasse besteht aus unregelmässig begrenzten, in einander eingreifenden, ziemlich schwach doppelbrechenden Individuen; man möchte sie gern selbst für submikroskopische Verwachsungen halten. Jedenfalls ist diese Struktur kaum eine ursprüngliche, und das Gestein ist unter keinen Umständen als Rhyolit zu bezeichnen, auch wenn sich sein Alter als tertiär herausstellen sollte¹. Die Grundmasse zeigt ferner eine ausgeprägte Fluktuationsstruktur durch feine, parallele Streifen, welche um die Einsprenglinge umbiegen und sich häufig gabeln, zuweilen ein der sog. Rhyolitstruktur ähnliches Aussehen annehmend. Diese bestehen entweder aus Quarz- und Feldspatindividuen, oder aus einer lebhaft doppelbrechenden, muscovitähnlichen Masse. Eine ähnliche Masse füllt häufig die Einbuchtungen der Einsprenglinge aus; man könnte vermuten, dass sie aus einem nicht sehr sauren Glas entstanden wäre.

¹ Dies scheint jedoch kaum wahrscheinlich zu sein.

Die Einschlüsse von Kupferglanz sind gegen den Porphyry scharf abgegrenzt; Erz findet sich in der Grundmasse in der Regel nicht. Die Struktur der Einschlüsse kann, so lange sie frisch sind, u. d. M. nicht studiert werden. An ihren Rändern liegen zuweilen zersprungene Quarzindividuen und selbst schliessen sie gelegentlich Splitter von demselben Mineral ein. Wenn das Erz oxydiert wird, enthält es zahlreiche Hohlräume und Sprünge, die auffallend häufig auf einander senkrecht stehen.



Fig. 2. Einschlüsse von Kupferglanz in Porphyry. (Nat. Gr.)

Die Fluktuationsstreifen biegen um diese Erzeinschlüsse um, jedoch nur an den Seiten deutlich, aber es kommt auch vor, dass sie gegen dieselben scharf absetzen.

Von den übrigen Gesteinen sind die in dem Porphyry auftretenden Porphyritgänge die interessantesten. Die Einsprenglinge sind alle vollständig zersetzt und meistens durch Pseudomorphose in Malachit umgewandelt. Die Grundmasse besteht aus Feldspatleisten in hyalopilitischer Anordnung, mit etwas Epidot und einer wahrscheinlich aus Glas entstandenen Zwischenmasse.

Von den erörterten Gesteinstypen recht verschieden ist das in dem Sandstein auftretende Ganggestein, das mit den im SW vorkommenden Porphyriten grosse Ähnlichkeit besitzt. Es besteht zum grossen Teil aus Olivin, jetzt unter Ausscheidung von dem Gestein rötlich färbendem Eisenoxyd vollständig in Serpentin verwandelt, und enthält ferner leistenförmigen Plagioklas, etwas Augit sowie in reichlicher Menge Calcit, teilweise mandelähnliche Hohlräume ausfüllend. Es ist somit ein echter Melaphyr.

Unter den Einschlüssen der Breccie finden sich verschiedene Varietäten von Augitporphyriten und Melaphyren, ausserdem auch Partien, die

aus sphärolitischer oder parallelfasriger, »kryptogranophyrischer«¹ Substanz bestehen.

In der Richtung des Gangstreichens nimmt das Erz schnell an Menge ab. Einige km. weiter ab in derselben Richtung finden sich einige Schürfe zur Auffindung von Silber und Kupfer in einem augitporphyritischen Gestein, das mit dem oben beschriebenen Ganggestein einige Ähnlichkeit besitzt, sich aber von diesem durch die Anwesenheit grosser Augiteinsprenglinge und eine gröbere Struktur unterscheidet.

Eine Erklärung von diesem merkwürdigen Erzvorkommnis zu geben ist vorläufig sehr schwer. Für die Annahme, dass das Erz sekundär durch Dämpfe oder Wasser aus dem Erdinneren oder einem der umgebenden Gesteine hierhergebracht wäre, liegen keine Gründe vor. Mir scheint es wahrscheinlich, dass es der Porphyr selbst mitgebracht hat, sei es als Bruchstücke von früher existierenden Lagern, oder als eingeschmolzen; das Erz würde in diesem Falle ein direktes Krystallisationsprodukt der Magma sein. Die erstere Annahme ist deshalb weniger wahrscheinlich, weil man dann auch Einschlüsse von Gesteinen oder von Erzen anderer Art erwarten würde.

Vielleicht wird in dieser Hinsicht der fortgesetzte Grubenbetrieb neue Aufschlüsse geben.

2. Silberminen von Los Bordos².

(Prov. Atacama. Breite etwa 27° 40' S.)

Die einzige Mine, die jetzt in diesem Minengebiet im Betrieb ist, die Mine Elisa, auf die sich die folgende Beschreibung in der Hauptsache bezieht, ist gegenwärtig betreffs der Erzerzeugung eine der wichtigsten in Chile. Die jährliche Produktion beläuft sich auf etwa 12—13,000 Tonnen Erz, die etwa ebenso viele Kgr. Feinsilber liefern. Das silberführende Lager hat eine Mächtigkeit von 1—2 m. und streicht in etwa N 30° O; der Fallwinkel wechselt zwischen 15—30° gegen SO. Das Erz ist hauptsächlich gediegenes Silber und Chlorsilber (Chlorbromsilber); ausserdem in wechselnder Menge Quecksilberverbindungen, während Schwefel-, Arsen- und Antimonverbindungen vollständig fehlen. Der angrenzende Augitporphyrit des Liegenden enthält Gänge, auf die der erste Minenbetrieb angelegt wurde, und hier hatten die Quecksilberverbindungen die Oberhand.

Ebenso wie bei Amolanas wechseln auch hier basische und, in geringerer Menge, saure Ergussgesteine mit sedimentären Bildungen. Das Profil unten soll die allgemeinen Züge der Geologie der Umgegend veranschaulichen.

¹ Vergl. O. NORDENSKJÖLD, Bull. G. I. Ups. Bd. I; 207.

² La mina Elisa del mineral de los Bordos. "Mineral" ist die Bezeichnung für eine Gruppe von meistens geologisch zusammenhängenden Gruben.

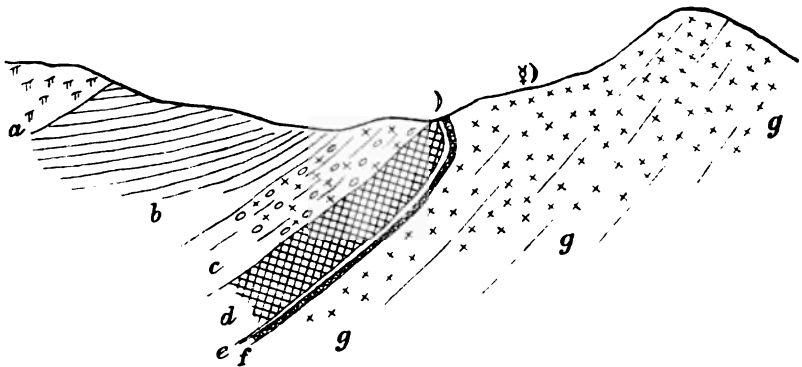


Fig. 3. Querprofil von los Bornos.

Oben bei *a* liegt ein dichter, heller Feldspatporphyr mit ausgesprochener Fluidalstruktur. Darauf folgen mächtige Schichten von dichtem Kalkstein (»Caliza«) von meist dunkler Farbe, und mit schlecht erhaltenen Fossilien (*b*). Dann folgt ein augitporphyritisches Eruptivkonglomerat (vielleicht ein Tuff), das, wo es zu Tage liegt, vollständig verwittert und zu einer Schuttmasse umgewandelt ist, »Arenisca«, (*c*). Unter der Arenisca liegt eine 30 bis 40 m. mächtige Bank von hellem Gestein (»Cantera«), schon aus der Ferne über eine lange Strecke verfolgbare (*d*). Es ist ein etwas sandiges, tuflähnliches Gestein; (sein Aussehen wird unten näher beschrieben werden). Dies Gestein bildet das Hangende der erzführenden Zone, die nun zunächst folgt. Sie wird von einem talkschieferähnlichen, ganz weichen, fetten, höchstens 2—3 m. mächtigen Gestein gebildet, dessen ursprüngliche Beschaffenheit ich nicht feststellen konnte. Dies ist der »Manto Bornos« (*e*). Oben liegt zuweilen ein wenig mächtiges Konglomerat, unten an einigen Stellen eine schmale Bank von hellem Porphyr; dann aber folgt die viele hundert m. mächtige Zone der Augitporphyrite mit deren Tuffen und Konglomeraten (*g*). Die oberste Bank ist sehr bemerkbar und bildet, obschon meistens nur etwa 2 m. mächtig, überall das Liegende der Erzzone. Es ist der »Manto negro« der Bergleute, ein zuweilen mandelsteinartiger Augitporphyr (*f*).

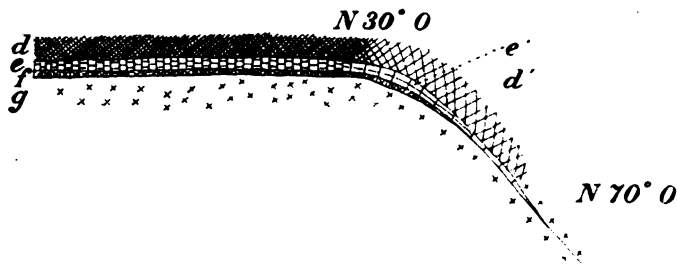


Fig. 4. Horizontalprofil von los Bornos.

Der längste Feldort läuft in einer Tiefe von etwa 500 m.¹ (Vergl. Fig. 4). Im Dach begegnet überall die Cantera, in dem Grund der Manto negro. Die Richtung ist anfänglich ebenso wie das Streichen N 30° O, macht aber nachher um dem letzteren zu folgen eine Umbiegung nach N 70° O. Gleichzeitig verändert sich die petrographische Beschaffenheit, zuerst diejenige des Hangenden, wo an Stelle der Cantera ein von den Bergleuten als Caliza bezeichnetes Gestein auftritt (*d'*), was freilich ein irreführender Name ist, da das Gestein weder Kalk enthält noch der oben liegenden Caliza ähnlich ist. Mir schien es, dass sie nur eine weniger zersetzte Ausbildungsform der Cantera darstelle, und die mikroskopische Untersuchung hat dies in der Hauptsache bestätigt.

Es ist nun bemerkenswert, dass, obschon der Manto Bodos und die von ihm bezeichnete Quetschungszone noch weiter fortsetzen, sie hier doch mit der Veränderung des Hangenden erzarm, »brocirt«², wird. Den Feldort hat man trotzdem weiter fortgesetzt. Bald hört der Manto Negro auf, und zu äusserst gegen O. arbeitete man zur Zeit meines Besuches nur in einer sehr silberarmen Eruptivbreccie von Augitporphyrit.

Es fällt sofort auf, dass das Erz an eine Quetschungszone am Kontakt zwischen dem »Cantera«-Gestein und den Augitporphyriten, und zwar besonders dem Manto negro gebunden ist. Das Silber und seine Verbindungen bedecken hier als Kruste die Schichten und Gleitflächen des Schiefergesteins des Manto Bodos. Aber nur da, wo die erwähnten Gesteine in einer ganz bestimmten Ausbildungsform auftreten, wird der Schiefer erzführend. Ob dieser ursprünglich ein Gesteinslager von einer von derjenigen der umgebenden Gesteine abweichenden Beschaffenheit gebildet hat, oder ob er nur aus diesen durch Druckmetamorphose entstanden ist, wurde nicht näher untersucht, aber für die Frage nach der Entstehung der Erze ist dies wahrscheinlich ohne Belang. Das Erz stammt aller Wahrscheinlichkeit nach aus dem umgebenden Gestein, und zwar aus dem Augitporphyrit, wo es allerdings nicht in *abbauwürdiger* Menge auftritt, aber doch häufig nachgewiesen worden ist, und wo auch die obenerwähnten amalgameführenden Gänge das Vorkommen desselben beweisen. Es verdient erwähnt zu werden, dass diese Vorkommnisse, obschon im Liegenden gelegen, *höher* liegen als die abgebauten Teile der Mine Elisa, was eine Andeutung giebt, auf welche Weise man es zu erklären hat, dass die silberführenden Lösungen dem Hangendenkontakt gefolgt sind.

Zuletzt wollen wir die bei Los Bodos auftretenden Gesteine petrographisch kurz beschreiben.

Der obere Porphyry, in Chile häufig als »Trachyt« bezeichnet, ist ein dichter Felsitporphyry mit typisch mikropoikilitischer Grundmasse, in der eine deutliche Fluidalstruktur, z. T. auch rhyolitische Struktur, durch die Anordnung mikrokristalliner Schlieren hervortritt. Die wenigen Ein-

¹ In der Richtung des Schichtenfallens.

² »Manto brocador« bezeichnet auf spanisch ein Lager des umgebenden Gesteins, das den Erzgang verrammt, »Manto pintador« ein solches, das ihn bereichert.

sprenglinge — Ortoklas und zuweilen Plagioklas — sind stark zersetzt und zeigen nach aussen eine unbestimmte Begrenzung.

Die Arenisca ist meist so stark zersetzt, dass sie sich für mikroskopische Untersuchung nicht eignet. Eine etwas abweichende Probe stellt ein durch Calcit zusammengekittetes, tuffähnliches Sediment dar. Sie besteht aus Körnern von gleichmässiger Grösse: Mineralindividuen wie Quarz, Ortoklas und Plagioklas und Gesteinfragmenten, meistens von mittelsauren Typen, auch Mandelsteinen und mikrolitischen Gesteinen von hyalopilitischer Struktur, ferner sauren Quarz-Feldspatverwachsungen, unter ihnen auch komplexe Sphärolite, rötlich gefärbt von eisenoxydischem Pigment.

Sehr bemerkenswert ist das als Cantera bezeichnete Gestein. U. d. M. zeigt es eine ziemlich gleichmässige, nicht sehr feinkrystallinische Grundmasse von unregelmässig begrenzten Individuen, reich an Einschlüssen, aber sonst einheitlich. Die meisten dürften aus Quarz und Ortoklas bestehen; das Aussehen erinnert an viele Quarzite. Kalkspat und andere sekundäre Mineralien kommen nur untergeordnet vor; Gesteinsfragmente sind recht selten. Was aber dem Gestein sein grösstes Interesse verleiht, ist seine schöne Aschenstruktur. Diese eigentümlichen, von der Grundmasse sich scharf abhebenden, länglichen oder dreieckigen, sehr häufig konkavbogenbegrenzten »Einschlüsse« bestehen zuweilen aus einer sericit- und calcitreichen Substanz, zuweilen aus einer fast einfachbrechenden Masse, manchmal auch aus parallel oder radiär angeordneten (Granophyr-) Fasern, gelegentlich sogar aus allen drei Substanzen, schichtweise mit einander verbunden.

Die oben erwähnte dichte Ausbildungsform der »Cantera«, die die erzarmen Teile des Manto Bordos begleitet, besitzt eine viel dichtere Grundmasse, die sich erst bei der stärksten Vergrösserung in ein Aggregat von kleinen, unregelmässigen Sphäroliten auflöst. Dem vorigen Gestein schliesst sie sich aber durch eine fast noch deutlichere Aschenstruktur an; die Mehrzahl der Einschlüsse besteht entweder aus Calcit oder aus axiolitischen Aggregaten.

Es ist sehr wahrscheinlich, dass hier Tuffe einer eigentümlichen Art vorliegen. Die Sache verdient aber näher untersucht zu werden, da es wohl noch etwas verfrüht wäre, aus der Anwesenheit der Aschenstruktur immer auf die Tuffnatur eines Gesteins schliessen zu wollen¹.

¹ Man sollte zwischen der echten Aschenstruktur (Vergl. MÜGGE, N. J. Beil.—Bd. 8: 648, 713) und der Rhyolitstruktur (beschrieben von RUTLEY, vergl. O. NORDENSKJÖLD, Dies. Bull. I: 212, 224) unterscheiden. Die erstere Struktur entsteht wahrscheinlich durch in Tuffgesteinen eingeschlossene Glasscherben; ähnliche Erscheinungen können vielleicht durch sekundär ausgefüllte Kontraktionssprünge vulkanischen Gesteins hervorgerufen werden. Die letztere Struktur wird, wenigstens z. T., durch schlierenartige, fluidale Streifen gebildet, die durch Aufstauung bogenförmige Begrenzungslinien annehmen. Es dürfte nicht immer ganz leicht sein, diese Strukturen sicher zu unterscheiden, wenigstens wenn man sie nur nach Beschreibungen beurteilen will. Ich bemerke dies in Erwiderung auf die Ausführungen BÄCKSTRÖM's, der (K. Sv. Vet.-Akad. Handl., Bd. 29, N:o 4, S. 54) einige von mir aus Småland beschriebene

Die Augitporphyrite des Liegenden sind nicht sehr bemerkenswert. Die Einsprenglinge bestehen aus Plagioklas von frischem Aussehen, die Grundmasse aus Feldspatleisten mit einer Zwischenklemmungsmasse, die teilweise noch jetzt glasig erscheint, meistens aber in eine opake Masse umgewandelt ist. Die Struktur ist häufig eutaxitisch oder breccienartig.

Der Manto Negro unterscheidet sich von den beschriebenen Varietäten durch die scharfe Begrenzung der Plagioklaseinsprenglinge, sowie durch die fluidale Anordnung und die Wachstumsformen ähnliche Begrenzung der Feldspatleisten in der Grundmasse.

Der erzführende Schiefer (Manto Bordos) besteht ausschliesslich aus einer dicht zusammengefüllten Masse von äusserst feinen Schuppen eines lebhaft doppelbrechenden, parallelauslöschenden Minerals (Glimmer oder Talk).

Wie oben erwähnt, wurde der Feldort jetzt im SO durch einen breccienartigen Porphyrt getrieben. Vielleicht war man dort in das Liegende hineingekommen. Aber es ist auch möglich, dass gerade diese schwach silberführende Porphyritbreccie eine direkte Fortsetzung der grossen durch den Manto Bordos bezeichneten Quetschungszone bildet, dass also diese hier ihren Abschluss findet. Die Breccie besteht aus Bruchstücken eines schönen, dem Manto negro ähnlichen Porphyritgesteins, die in einer fast ausschliesslich aus zerbrochenen Feldspatplatten nebst reichlichem Kalkspat bestehenden Masse liegen.

Gesteine als Tuffe gedeutet hat. Dies mag, wie ich auch selbst schon bemerkt habe, für mehrere Fälle richtig sein, aber echte Aschenstruktur ist in diesen Gesteinen jedenfalls sehr selten, und in den Gesteinen, die ich als Porphyrt beschrieb, kommt sie nicht vor.

Ich hoffe später Gelegenheit zu finden, auf die Bedeutung der erwähnten Strukturen zurückzukommen.



10. Über den Bau einiger gotländischen Graptoliten

von

Carl Wiman.

Hierzu Pl. XI—XIV.

Das Material der vorliegenden Untersuchung stammt aus Feuersteingeschieben, die ich bei Wisby auf Gotland eingesammelt habe, und ist mit Flussäure ausgelöst worden.

Wo ich früher dendroide Graptoliten beschrieben, habe ich immer versucht, sie mit der binären Nomenklatur zu bezeichnen. Da aber dieses Verfahren fast immer mehr oder weniger künstlich und unsicher geworden ist, da ferner teils der systematische Wert und die Natürlichkeit der Gattungen wenig bekannt sind, teils Zweifel darüber obwalten kann, ob wirklich eine Form oder ein Exemplar, welches von anatomischem Interesse ist, zu dieser oder jener Art gehört, oder ob man mit einer neuen Art zu thun hat, ist stets die Gefahr vorhanden, dass man nur einen neuen Teil einer bereits bekannten Art mit einem besonderen Namen belegt, oder dass man in eine Gattung Arten zusammenführt, die nicht hätten zusammengeführt werden sollen, mag man übrigens dem Gattungsbegriff eine noch so weite Fassung geben u. s. w.

Um nun eine Bezeichnungsweise, die gar zu leicht zu Unrichtigkeiten führen könnte, zu vermeiden, habe ich, da bei der Beschreibung eines Exemplars bezw. einer Art eine bestimmte Bezeichnung immerhin nicht zu umgehen ist, den Ausweg gewählt, die beschriebenen Formen oder Exemplare einstweilen einfach zu numerieren, wo sie nicht mit schon beschriebenen Arten haben sicher identifiziert werden können.

***Dictyonema cavernosum* WIMAN.**

Pl. XI, Fig. 1 und 6—11. Pl. XII, Fig. 15—19 und 25.

Die Ursache, warum ich diese Art nochmals behandle ist die, dass dieses neue Exemplar des Proximalendes über die ungeschlechtliche Fortpflanzung der Art mittels Stolonen einige Aufklärung giebt.

Das Exemplar Fig. 1, Pl. XI weist mehrere Stolonen auf. Ich wage keine bestimmte Auffassung darüber zu hegen, ob und in welchem Masse diese Stolonen von dem abgebildeten Exemplare entsendet werden, oder ob dieses selbst von einem Stolon gesprosst hat. Ist die Kolonie als Einheit betrachtet der Urheber der Stolonen, sind beide Auffassungen möglich, ohne dass sich bestimmt entscheiden liesse, welche in dem vorliegenden Falle das richtige trifft. Werden dagegen die Stolonen von einem bestimmten Individuum ausgesandt oder sind sie selbst eine Art Knospungsindividuen, dürfte man dies entscheiden können, und dann ist es wahrscheinlicher, dass wenigstens der grosse grobe Stolon *s* rechts auf der Figur ein kommender Stolon ist, von welchem die beiden Kolonien *a* und *b* gesprosst haben. Eine dritte Möglichkeit ist, dass das eine Exemplar den Stolon aussendet und dass das andere von demselben gesprosst hat. Die Verschiedenheit zwischen dem Exemplar *a*, von welchem Fig. 6—11, Pl. I Querschnitte darstellen, einerseits und dem Exemplar *b* sowie dem in »Über *Dictyonema cavernosum* n. sp.¹ Pl. XI, Fig. 1 abgebildeten andererseits kann ja, so weit ich beurteilen kann, entweder primär sein und dann darin ihre Ursache haben, dass sie auf eine andere Weise begründet worden sind, z. B. das Exemplar *a* durch einen Stolon, oder auch könnte die Verschiedenheit einfach darauf beruhen, dass das Exemplar *a* so schlecht und unvollständig erhalten ist. Ich habe mir sogar die Möglichkeit gedacht, dass das Exemplar *a* ein Fremdkörper sein könnte, aber aus der Schnittserie erhellte, dass es zwischen dem Exemplar *a* und dem Lumen des Stolons *s* offene Verbindung bestand. Auch macht unter dem Mikroskop das Ganze den Eindruck der Zusammengehörigkeit.

Ehe ich die Einbettung in Paraffin vornahm, schnitt ich den Stolon zwischen *a* und *b* entzwei, und dann habe ich jedes Exemplar für sich geschnitten. Im Exemplar *b* liess ich die Serie unterhalb der ersten Verzweigung endigen, und das Exemplar wurde aus dem Paraffin wieder ausgelöst und aufbewahrt.

Die Serien verlaufen von unten nach oben, und die Schnitte sind wie gewöhnlich von unten gesehen. Von den Schnitten 6—11 auf Pl. XI hat 6 nur den grossen hohlen Stolon *s* getroffen. Der Schnitt 7 stellt teils diesen teils den ebenfalls hohlen *s*₂ dar. Von der Kolonie *a* ist nichts mehr übrig als ein zerrissenes becherähnliches Stück. Der Stolon *s* mündet am Grund des Bechers und verläuft dann ein Stückchen hinauf als eine Verdickung ohne Lumen in der Wandung des Bechers, um schliesslich fast senkrecht und wieder mit einem Lumen versehen den Becher zu verlassen und zur Kolonie *b* zu laufen. Da man vermuten darf, dass von der Kolonie *a* der untere Teil älter ist als der obere und der Stolon *s* den oben beschriebenen Verlauf hat, halte ich es für wahrscheinlich, dass beide Kolonien, *a* und *b*, von demselben Stolon *s* gesprosst haben. Und da es zum Zweck der Klarheit der Darstellung notwendig ist, dass ich betreffs

¹ Bull. of the Geol. Inst. of Upsala 1896.

der Wachungsrichtung des Stolons etwas voraussetze, entscheide ich mich für diese Auffassung.

Ich kehre zum Schnitt 8 zurück. Dieser hat den Stolon getroffen gerade da, wo er senkrecht die Kolonie verlässt. Ausserdem hat der Schnitt ein paar andere hohle Stolonen getroffen, von denen wir jedoch absehen. Die Lage der Schnitte 9—11 ist leicht auf der Fig. 1 wiederzufinden. Sie liegen senkrecht gegen die Tafel, und im Schnitt 11 ist der obere fast horizontale Teil des Stolons s_2 der Länge nach überschritten worden. Ob der ringförmige Teil der Schnitte 9—11 irgend einem Individuum entspricht oder ob er welche umfasst hat, vermag ich nicht zu entscheiden. Auch kann ich mich nicht über den kleineren ungleichmässigen Ring auf Fig. 11 aussprechen, denn dieser kann, eben so gut als es ein Individuum ist, nur ganz zufällig dadurch entstanden sein, dass sich das Häutchen, welches auf den Schnitten 8—11 die innere Seite des Ringes begrenzt, losgelöst hat und zusammengerollt worden ist.

Wir gehen jetzt zur Serie Fig. 15—19, Pl. XII über. Sie ist aus dem Proximalende der Kolonie b angefertigt worden. Der Schnitt 15 hat den Stolon s_1 getroffen. Dieser ist es, welcher den oberen Teil des Schnittes 15 ausmacht. Der untere Teil geht durch das noch vollkommen stolonartige Proximalende der Kolonie b , welche auch in ihrer Richtung eine direkte Fortsetzung des Stolons s ist. Die Schnitte 16—18 gehen auch der Länge nach durch den Stolon s . In der unteren Ecke des Schnittes 16, ganz bei dieser Ziffer, sieht man einige kleine Gegenstände liegen. Sie sind der zuerst zu beobachtende Anfang der Individuen, welche nachher die Kolonie b aufbauen. Folgt man der Serie von 16 zu 17, kann man sehen, dass die kleinen, auf Fig. 16 undeutlich wahrnehmbaren Fragmente den drei jüngeren Individuen auf Fig. 17 entsprechen; also sind sie die zweite Theca, und zwar das erste Gonangium und das erste Knospungsindividuum, letzteres nur unter der Voraussetzung, dass man nicht den Stolon als ein Knospungsindividuum betrachtet. Auf dem Schnitte 17 sind eben diese Individuen etwas gewachsen, und ausserdem sieht man die erste Theca, welche auch auf dem Schnitte 16 vorhanden gewesen aber verdorben ist. Auf dem Schnitte 18 sind diese Individuen noch grösser geworden, und ausserdem sieht man, wie von derselben Höhlung, in welche der Stolon s mündet, der Stolon s_1 entsendet wird. Dass der Stolon s_1 wirklich von der Kolonie b ausgeht, halte ich deshalb für wahrscheinlich, weil er um so dünner wird, je mehr er sich von dieser Kolonie entfernt. Immerhin ist es aber doch möglich, dass er nur eine Fortsetzung des Stolons s ist. Auf dem Schnitte 19 sieht man noch die Höhlung, welche mit den Stolonen in Verbindung steht, aber wenige Schnitte höher ist sie verschwunden.

Fig. 25, Pl. XII stellt schematisiert die Form des Inhalts des Periderms dar, wie ich sie mir vorstelle, da wo die Individuen in der Kolonie b Fig. 1, Pl. XI zuerst erscheinen. Die erste Gabelung (z. B. eines Höckers am Stolon) bringt eine Theca, links, und ein Knospungsindividuum hervor.

Das Knospungsindividuum erzeugt dann seinerseits die drei gewöhnlichen Individuen, eine zweite Theca und zwei paarige Individuen.

Das beschriebene Exemplar kam zusammen mit *Dictyonema peltatum* WIMAN, N:o I und N:o III in einem Feuersteingeschiebe bei Kopparsvik bei Wisby auf Gotland vor.

N:o I.

Pl. XI, Fig. 2, 3 und 15—25.

Von dieser Form habe ich nur einige kleine Stückchen etwa von der Grösse des abgebildeten Exemplars erhalten. Ehe ich Gelegenheit fand, die Form näher zu untersuchen, hielt ich sie für einen *Monograptus* vom Typus *reversi*. In Bezug auf den Thecalbau stimmt diese Form mit denjenigen, die ich mit den Namen *Dictyonema rarum*, *Dictyonema peltatum*, *Dictyonema cavernosum*, *Dendrograptus?* *oelandicus*, *Dendrograptus?* *balticus* und mit *Dendrograptus?* *bottnicus* bezeichnet habe darin überein, dass die Gonangien direkt nach Aussen auf derselben Seite, wo sie sitzen, münden.

Schon die Schnittserie Fig. 15—24, aber besonders Fig. 25, alles auf Pl. XI, zeigt, wie die verschiedenen Lager des Periderms getrennt sind. Dieses dürfte primär sein, da keine anderen Graptoliten aus dem gotländischen Feuerstein diese Eigenschaft gehabt haben, obschon die Bedingungen für den Erhaltungszustand dieselben gewesen sein dürften. Wahrscheinlich hängt diese Beschaffenheit des Periderms damit zusammen, dass die Form in so kleinen Stücken vorkommt, dass sie so ungemein hellbraun statt schwarz ist, und dass sie nicht starr wie andere Graptoliten, sondern ganz weich und schlotterig ist.

An jeder Thecamündung findet sich ein breiter, nach oben gerichteter Schirm, welcher sich in drei spitze Lappen teilt. Die Mündungen der Gonangien waren nicht von Aussen zu beobachten.

Ich gehe jetzt zur Beschreibung der Schnittserie über. Im Schnitte 15 hat die Theca *t* gemündet, und man sieht einen Querschnitt des Mündungslappens. Ausserdem gewahrt man die Theca *t*₁ und das Gonangium *g*. Das Loch links unten ist das Knospungsindividuum *k*, in welchem man eigentlich die Individuen *t*₂, *g*₁ und *k*₁ hätte finden sollen. Das Gonangium *g* mündet auf dem nächsten Schnitt. Fig. 16 enthält die Thecen *t*₁ und *t*₂, *g* und das Knospungsindividuum *k*₁. In diesem tritt nur die Theca *t*₃ deutlich hervor. Die Individuen *g*₂ und *k*₂, von denen das erstere rechts liegen sollte, sind noch nicht sichtbar. Ferner ist links von *t*₂ die Stelle zu sehen, wo das Gonangium *g* gemündet hat. Schnitt 17 enthält die Thecen *t*₁, *t*₂ und *t*₃, das Gonangium *g*₁ und das oberhalb *t*₃ liegende *g*₂ nebst dem Knospungsindividuum *k*₂. Schnitt 18 enthält erstens die Thecen *t*₂ und *t*₃. In dem Knospungsindividuum *k*₂ erblickt man deutlich die Individuen *t*₄, *g*₃ und *k*₃. An dem anderen Ende der Wandung zwi-

schen t_3 und t_2 liegt das zusammengedrückte Gonangium g_2 . Dieselben Individuen sind auf Schnitt 19 zu sehen, aber hier ist t_4 deutlicher als ihre Geschwisterindividuen g_3 und k_3 . Am Schnitte 20 hat das Gonangium g_3 gemündet, und die Individuen t_4 , g_3 und k_3 sind aus dem Knospungsindividuum k_2 herausgefallen. Auf dieselbe Weise kann man die ganze Serie verfolgen. Das Gonangium liegt immer alternierend rechts und links. Auf Schnitt 24 öffnet sich das Individuum k_3 nach Aussen wie ein Gonangium. Entweder ist das Individuum k_3 zerrissen, obschon es nicht so aussieht, oder auch ist k_3 wirklich ein Gonangium, gleichalterig mit g_3 . Ist letztere Annahme richtig, würde ein Knospungsindividuum zwei Gonangien enthalten können, so wie es unterhalb einer Verzweigung zwei Knospungsindividuen enthalten kann. Eine Stelle, wo man geneigt sein möchte etwas derartiges zu vermuten, wäre nicht weit unterhalb des distalen Endes eines Astes, und da Schnitt 24 sehr unverletzt aussieht, kann es ja möglich sein, dass hier eine Anomalie am Ende eines Zweiges, der nicht weiter wachsen soll, vorliegt.

Schnitt 25 gehört zu einer anderen Serie und soll nur die blättrige Beschaffenheit des Periderms veranschaulichen.

Die Exemplare kamen zusammen mit *Dictyonema peltatum*. *D. cavernosum* und N:o III in einem Feuersteingeschiebe bei Kopparsvik vor.

N:o II.

Pl. XI, Fig. 12. Pl. XII, Fig. 1—14.

Von einer mit wurzelähnlichen Anhängseln versehenen Haftscheibe, welche umgebogen ist, als ob sie einen langen, schmalen Gegenstand umfasst hätte, erhebt sich ein kräftiger Stamm mit besonders dickem Periderm. Der Stamm, welcher viel stärker und länger als bei *Dictyonema cavernosum* und, wie man sowohl auswendig als an der Schnittserie ersehen kann, etwas gewunden ist, spaltet sich in zwei Äste, von denen sich der eine wieder gabelt. Ausserdem findet sich ein Verbindungsfaden zwischen dem ungegabelten Ast erster Ordnung und dem einen zweiten Ordnung. Das Ganze ist im Verhältnis zu *Dictyonema cavernosum* in die Länge gezogen. Unmittelbar unterhalb der Verästung sieht man etwas Thecaähnliches. Derselbe Gegenstand findet sich auf dem Schnitte Fig. 10, Pl. XII wieder. Es ist vielleicht ein Rest der Theca, die bei denjenigen Dendroideen, die nach diesem Plan gebaut sind, gleich unterhalb der Verästungspunkte zu sitzen pflegt. Aus dem Original der Fig. 12, Pl. I habe ich, nachdem es abgezeichnet worden, eine Schnittserie von 584 Schnitten angefertigt. Von diesen sind dreizehn Fig. 1—13, Pl. XII abgebildet worden. Die schematische Fig. 14 zeigt die Lage dieser Schnitte. Sie sind wie gewöhnlich von unten gesehen.

Ich gehe jetzt zur Beschreibung der Schnittserie 1—13 auf Pl. II über. Der Bauplan ist derselbe wie bei *Dictyonema cavernosum*. Der

Schnitt 1 hat nur die umgebogene Haftscheibe getroffen. Auf Schnitt 2 ist schon die erste Theca als ein unvollständiger Ring ersichtlich. Was die Natur dieses Individuums betrifft, gilt dasselbe wie von dem entsprechenden Individuum bei *Dictyonema cavernosum*¹. Auf Schnitt 3, der an der Mitte etwas deformiert ist, sieht man diese selbe erste Theca und das erste Knospungsindividuum. Ebenso am Schnitte 4, obschon dort die Wandung zwischen den beiden Individuen etwas fragmentarisch geworden ist. Auf Schnitt 5 hat das Knospungsindividuum drei neue Individuen erzeugt. In der Mitte liegt die Theca t_1 . Zur Deutung der Individuen auf den Seiten sind zwei Möglichkeiten denkbar. I. Das eine ist ein Knospungsindividuum, das andere ein Gonangium. Dabei muss aber dahin gestellt bleiben, welches das eine oder andere sei, da das Material nicht erlaubt zu entscheiden, ob eines von beiden mündet oder nicht. Dieser Fall gilt nur unter der Voraussetzung, dass eine Theca unterhalb oder an der ersten Verzweigung mündet. II. Findet sich dagegen keine Theca unterhalb oder an der ersten Verzweigung — eine Frage, die sich nicht entscheiden lässt —, giebt es auch kein Gonangium, und dann sind die fraglichen Individuen beide Knospungsindividuen, welche zusammen mit je einer der zwei Thecen jedes einen der ersten zwei Äste begründen. Das grosse Loch links unten ist kein Individuum, sondern ein zufälliger Zwischenraum zwischen den Lagern des Periderms. Der Anfang dieser Ausbuchtung von einem Teil des Periderms ist schon am Schnitte 4 ersichtlich, und Spuren derselben sind noch am Schnitte Fig. 6 zu beobachten. Schnitt 6 ist schlecht, aber enthält jedoch dieselben Individuen wie 5. Auf Schnitt 7 sieht man nur das Lumen im Stamm, in welchem die Individuen hätten liegen sollen. Da die eventuellen Knospungen zwischen 5 und 8 sich nicht haben verfolgen lassen, kann ich auch nicht entscheiden, ob die Individuen, welche im Schnitt 8 zu sehen sind, die nämlichen sind wie im Schnitte 5. Ebenso wenig ist auf der Aussenseite des Stammes etwas zu beobachten, was sicher als eine Thecamündung zu deuten wäre. Die Schnitte 8 und 9 enthalten die gleichen Individuen. Wie es sich dagegen mit den im Schnitte 10 befindlichen verhalten mag, möchte ich dahingestellt sein lassen. Die beiden Seitenindividuen dürften Knospungsindividuen sein, da der Schnitt so nahe unterhalb einer Verzweigung liegt, und die Form ohnedies so länglich ist. Dasselbe dürfte auch von Schnitt 11 gelten. Am Schnitte 12 sieht man zu oberst eine Theca und darunter ein grosses Knospungsindividuum, welches jedoch schon so erwachsen ist, dass es etwa das Aussehen des Schnittes 9 haben müsste, aber die Individuen sind grösstenteils auf irgendeine Weise verloren gegangen. Dasselbe gilt von Fig. 13. Das Individuum rechts auf beiden Figuren ist ein Gonangium.

Das Exemplar kam zusammen mit *Dictyonema pellatum*, *D. cavernosum* und *N:o IV* in einem Feuersteingeschiebe bei Kopparsvik vor.

¹ l. c.

N:o III.

Pl. XI, Fig. 4 und Pl. XIII, Fig. 1—11.

Dieses Exemplar ist nicht wie das früher¹ abgebildete Proximalende von *Dictyonema peltatum* ein Fragment, sondern ein ganzes Exemplar. Entweder wird die Art nicht grösser oder auch ist es ein Zuwachsstadium. Die Schnittserie Pl. XIII ist aus dem Original der Fig. 4, Pl. XI hergestellt worden. Die von der ziemlich kreisrunden Haftscheibe sich erhebenden Äste teilen sich fast an der Basis in zwei im Verhältnis zu einander radial angeordnete Teile, die aus je einem Individuum bestehen. Dieses Verhältnis ist teils aus den Schnitten, teils aus den zwei am weitesten nach links stehenden Ästen auf Fig. 4, Pl. XI ersichtlich. Jedes von diesen zwei Individuen trägt zwei ebenfalls radial gestellte, spitzige Mündungslappen. Die Mündung bekommt also hier etwa dieselbe Form wie die Sricula der Graptoloideen.

Ich halte es nicht für zweckmässig, bei der Beschreibung ausführlich zu erwähnen, wie jedes Individuum verläuft, sondern verweise auf die Figuren Pl. XIII, auf denen ich, so weit möglich, die verschiedenen Individuen mit Ziffern bezeichnet habe, wenn ich sie Schnitt für Schnitt habe verfolgen können. Dieses Verfahren war aber nicht genügend, um die Entstehung und den Verlauf der Individuen zu studieren. Ich habe daher auch versucht, eine plastische Rekonstruktion herzustellen, aber mit schlechtem Resultat. Um mittels einer plastischen Rekonstruktion, was wohl für diesen Fall der einzige Ausweg gewesen wäre, ein gutes Resultat zu erzielen, wäre es nötig gewesen, entweder jeden Schnitt mit Hilfe eines binoculären Mikroskops zu modellieren, oder auch die Schnitte nur etwa 5 μ statt 20 μ stark zu machen, was ich mir jedoch nicht zugetraut habe. Deshalb bin ich den Individuen nur Schnitt für Schnitt mittels eines binoculären Mikroskops gefolgt.

Ein Blick auf die Figuren 3—5 auf Pl. XIII zeigt, dass die Individuen vom Centrum der Haftscheibe radiieren. Ob irgendein Mutterindividuum chitinisierte Haut gehabt hat und erhalten geblieben ist, kann ich nicht entscheiden. Dasjenige Individuum, welches auf Grund seiner Lage, im Verdacht stehen könnte ein Mutterindividuum zu sein, ist das Individuum 12, das vom Schnitte 4—11 verfolgt werden kann. Von diesem Individuum radiieren die übrigen, und die ganzen Äste liegen anfangs in der Haftscheibe und erheben sich erst nach und nach aus dieser. Die Äste sind eher radial als kreisförmig angeordnet. Es kann augenblicklich nicht sicher entschieden werden, ob alle Individuen von gleicher Art sind. Jedenfalls dürfte es am wahrscheinlichsten sein, dass wenigstens die inneren Individuen jedes Astes Thecen sind wie die Individuen 2, 4, 6, 8, 10, 15, 18 und 22. Wenn die Art nicht grösser wird, dürfte sie auch für Knospungs-

¹ Über die Graptoliten. Diese Zeitschr. N:o 4, Vol. II Part 2, 1895, Pl. XII, Fig. 1 und 2.

individuen keine Verwendung haben, und in diesem Falle dürften auch die äusseren Individuen wie 1, 3, 5, 7, 9, 14, 17 und 23 Thecen sein. Wenn dem so ist, wird man die Knospungsindividuen in demjenigen Teil der Äste zu suchen haben, der noch innerhalb der Haftscheibe liegt, und dann könnten sie mittels Schnitte senkrecht gegen die Haftscheibe aufgesucht werden. Dies dürfte auch für den Fall gelten, dass die Art in der Horizontal-ebene weiter wächst. Wächst sie aber in die Höhe, ist es möglich, dass die äusseren Individuen 1, 3 etc. zu Knospungsindividuen werden, wie dies vielleicht auch bei *Dictyonema peltatum* der Fall war. Es ist auch unsicher, wie man solche Individuen wie 24, 25, 26 und 27 aufzufassen hat. Für die Annahme, dass sie Gonangien seien, spricht teils ihre Lage an der Seite, teils der Umstand, dass sie sich nach Aussen öffnen, wie 24 auf Fig. 7, 26 auf Fig. 8 und 9, 25 auf Fig. 10. Man könnte sich auch denken, dass, wenn sie ihrer zwei sind, wie 24 und 27 auf Fig. 5—7, das eine, 27, ein Knospungsindividuum wäre. Wird aber die Art nicht höher, dürfte auch dieses am richtigsten als ein Gonangium aufgefasst werden. Schliesslich ist es möglich, dass, da 24 und 27 die einzigen paarigen sind, entweder eine Anomalie vorliege, oder auch dass dasjenige Periderm, welches sowohl 3 als 4 umschliesst, abgelöst worden, so dass auf der einen Seite nur ein individuumähnliches Loch entstanden wäre.

Wie man solche isolierte Individuen wie 11, 13 und 16 verstehen soll, ist natürlich unmöglich zu wissen.

Das Exemplar kam zusammen mit *Dictyonema peltatum*, *D. cavernosum* und N:o 1 in einem Feuersteingeschiebe bei Kopparsvik vor.

N:o IV.

Pl. XI, Fig. 13.

Von einer sehr fragmentarischen Haftscheibe erheben sich sechs starke Äste, von denen einige sich gabeln. Auch sieht man hie und da eine Theca. Das Ganze zeichnet sich durch seine robuste Form aus. Nachdem das Exemplar abgezeichnet worden war, zerfiel es in mehrere Stücke. Aus diesen habe ich Schnittserien hergestellt, aber kein einziger Schnitt war so gut erhalten, dass man etwas anderes hätte feststellen können, als dass es ein zerquetschter und deformierter dendroider Graptolit war.

Das Exemplar kam zusammen mit *Dictyonema cavernosum*, *D. peltatum* und N:o II in einem Feuersteingeschiebe bei Wisby vor.

Dictyonema? tuberosum WIMAN.

Pl. XII, Fig. 20—24.

Schon 1895 habe ich diese Form beschrieben und bei dieser Gelegenheit unter anderem auch einige Abbildungen von Querschnitten ge-

liefert¹, über deren Deutung ich unsicher war. Ich habe aber jetzt besseres Material erhalten, das meine damals ausgesprochene Ansicht, dass diese Art in ihrem Baue verhältnismässig wenig von z. B. *Dictyonema peltatum* abweiche, bestätigt, indem sie in Bezug auf den Thecalbau dem allgemeinen Plan der Dendroideen folgt und gewissermassen zusammen mit der unten beschriebenen Form N:o V und vielleicht *Dendrograptus*? *bottnicus* einen Übergang zwischen Formen wie *Dictyonema rarum*, *Dictyonema peltatum*, *Dictyonema cavernosum*, *Dendrograptus*? *oelandicus* und *Dendrograptus*? *balticus* einerseits und *Ptilograptus suecicus* anderseits bildet.

Durch die Schnittserie, von welcher die Figuren 20—24 auf Pl. XII ein Teil sind, ist Aufklärung gewonnen worden, teils wie die Gonangien münden, teils über den Thecalbau und die Verästelung.

Das Individuum 4 ist ein Gonangium von derselben Generation wie das im Schnitte 20 unbezeichnete Knospungsindividuum und wahrscheinlich auch die Theca 3. Dieses Gonangium mündet 380 μ oberhalb des Schnittes 24, und zwar direkt nach Aussen und auf derselben Seite, wo es liegt. Die Individuen 1, 2, 3, 5 und 6 sind Thecen. Wir folgen dem Schnitte 20. Auf 21 hat das Knospungsindividuum erstens eine neue Theca 5 und ferner zwei Knospungsindividuen hervorgebracht, von denen das oberste schon angefangen, neue Individuen zu erzeugen. Läge dieser Schnitt nicht unmittelbar unterhalb einer Verzweigung — es muss hier dahin gestellt bleiben, ob sich die Äste wirklich trennen, oder ob sie zusammen bleiben und einen zusammengesetzten Ast bilden — wäre das eine dieser Knospungsindividuen ein Gonangium. Auf 22 hat das Knospungsindividuum, welches jetzt links von den Individuen 4 und 5 liegt, teils eine kleine Theca, die auf Schnitt 24 mit 6 bezeichnet ist, teils zwei andere Individuen erzeugt, die auf 22 verhältnismässig gross sind, und von denen das obere vielleicht ein Gonangium, das untere aber mit Sicherheit ein Knospungsindividuum ist. Schnitt 23 stimmt ziemlich mit 22 überein. Auf 24 hat auch das andere mit der Theca 5 gleichalterige Knospungsindividuum drei neue Individuen begründet, von denen jedoch nur die zwei, welche nicht die Theca ausmachen, sichtbar sind. Ebenso hat das mit der Theca 6 gleichalterige sichere Knospungsindividuum angefangen, neue Individuen zu bilden. Die Individuen werden bei dieser Art länger zusammengehalten als z. B. bei *Dictyonema peltatum*, und hierin liegt eine Ähnlichkeit mit *Ptilograptus suecicus* vor, aber sie bilden nicht wie bei dieser Art gleichwertige Zweige, worauf die Individuen gruppenweise münden, sondern sie münden auf dem Aste selbst, dieser mag einfach oder zusammengesetzt sein, und die Äste können zusammengesetzt sein, und zwar entweder in der Weise, dass sich neue Äste nicht trennen, oder so dass verschiedene Äste zusammenlaufen.

Die Art kam zusammen mit *Dictyonema peltatum* und *D. cavernosum* in einem Feuersteingeschiebe bei Wisby vor.

¹ Über die Graptoliten.

N:o V.

Pl. XI, Fig. 5 und Pl. XIV, Fig. 1—31.

Diese Art nimmt in Bezug auf die Verästelungsverhältnisse eine intermediäre Stellung zwischen *Dictyonema? tuberosum* und *Ptilograptus suecicus* ein. Sie verzweigt sich wie jene Art, und die Äste anastomosieren wie bei jener. Mit *Ptilograptus* stimmt sie darin überein, dass sie ausser Ästen auch Zweige hat, obschon diese Zweige sich teils unter sich teils mit den Ästen vereinigen können. Vielleicht liegt darin, dass sich die Zweige mit den Ästen verbinden, eine Andeutung, wie die Stolonen und die bei den Dendroiden so häufigen Verbindungsfäden entstanden sind, zumal wenn die Zweige distal auf bloss ein Individuum reduziert sind. Eine andere Verschiedenheit dem *Ptilograptus suecicus* gegenüber liegt darin, dass die Individuen nicht bloss auf den Zweigen, sondern auch auf den Ästen münden, d. h. ehe die Zweige sich von den Ästen getrennt haben. Meistens münden sie jedoch auf den Zweigen.

Beschreibung der Serie af Pl. XIV.

Die Serie geht anfangs durch nur einen groben, zusammengesetzten Ast, aber später durch mehrere, die teils durch dessen Verästelung entstanden, teils Nachbaräste sind.

Fig. 1 ist ein Querschnitt eines groben, zusammengesetzten Astes nicht weit unterhalb einer Verästelung. Ein geübtes Auge dürfte aus dieser Figur sofort erkennen, dass eine Verästelung vorhanden ist, denn die Individuen sind gewissermassen in zwei Gruppen geordnet, von einer Linie zwischen *a* und *b* getrennt. Wir können auf der Figur vier Knospungsindividuen beobachten, welche je drei neue Individuen enthalten. Das am meisten ausgewachsene Individuenpaar habe ich mit 1 und 3 bezeichnet. Es ist möglich, dass auch unter den anderen Individuen sich ein oder das andere Knospungsindividuum befindet, welches jedoch entweder noch keine neuen Individuen erzeugt hat, oder aus welchem die neuen Individuen nach der Herstellung der Schnitte herausgefallen sind, oder dessen Inhalt von neuen Individuen überhaupt nicht erhalten worden ist. Sonst sind sie Thecen und Gonangien. Man könnte natürlich jedes Individuum in dieser Beziehung dadurch bestimmen, dass man es bis an seinen Ursprung zurückverfolgt. Die Theca wird ja unpaarig angelegt, während ein Gonangium stets mit einem Knospungsindividuum ein Paar bildet. Dieses lässt sich aber nicht thun, weil die Serie nicht lang genug ist, und auch wenn sie das wäre, so pflegen die Äste, wie gut sie auch beibehalten sind, doch meistens an so vielen Stellen verletzt zu sein, dass eine solche Arbeit, wenn nicht immer unmöglich, so doch im höchsten Grade erschwert würde.

Wenn sich dieser Ast schliesslich spaltet, geschieht das nicht, wie man erwarten könnte, ganz nach der Linie *a—b*, denn im letzten Augenblicke ziehen sich einige Individuen mit fast wagerechter Lage von der

oberen zur unteren Hälfte hinüber. Dies kann bei einer Art nicht Wunder nehmen, bei der es häufig vorkommt, dass Gruppen aus Individuen den einen Ast verlassen, um sich wieder mit einem anderen zu verbinden, denn man kann ja den Schnitt 1 als zwei Äste auffassen, die sich noch nicht getrennt haben. Der Ast, durch welchen dieser Schnitt geht, ist nicht besonders proximal, sondern dürfte mit z. B. hundert anderen Ästen gleichwertig sein, denn die Art muss, gleichviel ob sie platt oder dütenförmig ist, auf alle Fälle sehr gross gewesen sein.

Fig. 2 ist ein Querschnitt von dem unteren der beiden Äste, in welche sich *Fig. 1* geteilt hat. Die drei unteren Knospungen auf *Fig. 1* haben sich jetzt umgestaltet, und wir begnügen uns damit, die Individuen 1, 2 und 3 zu identifizieren. Von diesen ist auch das unpaarige 2 auf *Fig. 1* vorhanden, obschon es dort zu klein ist, um bezeichnet werden zu können. Die Thecen sind nämlich immer anfangs kleiner als die paarigen Individuen, obschon sie diese später an Grösse übertreffen, so dass die Thecen stets die grösseren Individuen sind. Diese beiden Querschnitte gleichen ja vollständig den Querschnitten der zusammengesetzten Äste von *Dictyonema? tuberosum* an Stellen, wo keine Anschwellungen und keine Thecamündungen vorkommen. Wie bei *Ptilograptus suecicus* liegen auch hier die Knospungsindividuen an der hinteren oder äusseren Seite der Äste, obgleich dieses Verhältnis in zusammengesetzten Ästen weniger deutlich ist. Wenn aber die Äste einfach sind, ist die Ähnlichkeit mit Querschnitten von *Ptilograptus suecicus* eine vollständige, wie z. B. am Schnitte 24. Wenn wirklich die Knospung und ihr Verhältnis zu den Zweigen bei dieser Art ebenso gesetzmässig sind wie bei jener, wird dieses wenigstens durch die sich stets wiederholenden Verästelungen und Anastomosen verhüllt.

Fig. 3 gehört nicht auf diesen Platz in der Serie. Sie wird hier nur als Beispiel für einen bei dieser Art häufigen Typus von Zweigen eingerückt, der dadurch gekennzeichnet wird, dass der Zweig aus Individuen von zwei verschiedenen Ästen besteht. Die drei Individuen rechts haben soeben ihren Ast verlassen und sich mit dem Individuum links vereinigt, welches das letzte Individuum von einem mehr proximalen Zweige eines anderen Astes ist. Keines von diesen Individuen ist ein Knospungsindividuum, denn die Knospungsindividuen bilden ebensowenig hier wie bei *Ptilograptus suecicus* Zweige. Wahrscheinlich ist aber, dass wenigstens eines dieser vier Individuen ein Gonangium ist, vielleicht zwei. Ob ein Individuum in einem Zweig ein Gonangium ist, kann dadurch entschieden werden, dass man es bis an das Mutterindividuum zurückverfolgt und nachsieht, wie es da liegt, aber im vorliegenden Fall war ein solches Verfahren nicht möglich.

Wie eine derartige Vereinigung von den Individuen zweier Äste vor sich geht, erhellt aus den Figuren 4—8.

Fig. 4. In dem grossen Querschnitt eines einfachen Astes sehen wir an der hinteren Seite zwei Knospungsindividuen, die Geschwister sind. Also steht eine Verästelung bevor, sonst würde das eine ein Gonangium

sein. In dem unteren von ihnen sieht man drei neue Individuen, von denen die paarigen wiederum Knospungsindividuen sind, wie aus Fig. 5 erhellt. Das alleinstehende Individuum 1 ist eine Theca, die von einem Zweig übrig geblieben ist, der sich soeben von dem abgebildeten Ast abgelöst hat. Ferner sieht man einen Zweig aus den Individuen 2, 3, 4 und 5, von denen 3 und 4 wahrscheinlich Gonangien sind, da sie auf dieselbe Weise münden wie die Gonangien bei *Phlograptus suecicus*.

Fig. 5. Im Ast sieht man rechts unten drei Generationen Knospungsindividuen. Diejenigen zweiter Ordnung haben ihre Geschwistertheca verdrängt, so dass sie nicht sichtbar ist. Im Zweig haben 2 und 3, also eine Theca und ein Gonangium, gemündet.

Fig. 6. Der Ast ist hier ausgeschlossen worden. Vom Individuum 2 ist nur ein kleines Stückchen übrig, und 1 hat sich den Individuen 4 und 5 genähert.

Fig. 7. Auf dieser Figur hat sich das Individuum 1 mit 4 vereinigt und bildet zusammen mit 4 und 5 einen Zweig von derselben Beschaffenheit wie Fig. 3, obschon aus nur drei Individuen bestehend, die ausserdem anders orientiert sind.

Fig. 8. Auf diesem Schnitt hat das Individuum 4 gemündet, woraus es sich ergibt, dass die Verbindung zwischen dem Zweig, welchem 5 von Haus aus angehört, und dem Individuum 1 nur darin bestand, dass dieses Individuum an einem Punkt mit dem Zweig zusammengewachsen ist.

Fig. 9—12. Auf 9—11 sieht man, wie ein Zweig aus vier Individuen sich von einem Ast absondert. Der Ast ist nicht einfach, sondern zusammengesetzt, und zwar vielleicht nur aus zwei Ästen. Wenn man sich denkt, dass ein einfacher Ast — einfach in derselben Bedeutung wie bei *Phlograptus suecicus* — aus z. B. dreizehn Individuen besteht, braucht deshalb nicht ein zusammengesetzter Ast aus einer Multipel von dreizehn zu bestehen, denn teils kann ein einfacher Ast unterhalb einer Verästelung aus mehr Individuen als sonst bestehen, teils ist die Zahl der Individuen, die ein Ast enthält, nach der Aussendung eines Zweiges eine andere als vor derselben. Ferner können sich Zweige nebst einigen oder allen ihren Individuen mit den Ästen vereinigen, und schliesslich können sich mehrere zusammengesetzte Äste in einfachere spalten, die also nicht primär einfach sind wie z. B. Fig. 2. Mit Hülfe der Ziffern lassen sich auf Fig. 9—12. die Individuen verfolgen. Wegen der Lage halte ich es für wahrscheinlich, dass die mit 2 und 4 bezeichneten Individuen Gonangien sind. Auf einem noch höheren Schnitt sieht man, wie ein Individuum, das von einem anderen Zweig übrig geblieben ist, sich mit den Individuen 3 und 4 verbindet und einen zusammengesetzten Zweig wie auf Fig. 7 bildet. Auf dem Querschnitt des Astes Fig. 11 sieht man links ein grosses Individuum, eine Theca, die in die Länge gezogen ist. Einige Schnitte höher trennt sich diese von dem Ast und mündet. Hier liegt also ein Beweis vor, dass bei dieser Art Individuen auch unmittelbar auf dem Aste münden können.

Fig. 13 überspringen wir einstweilen.

Fig. 14. Das grosse Individuum am weitesten nach links trennt sich 280 μ höher vom Ast und ist also eine Theca, die auf dem Ast mündet. Ferner bemerken wir die Individuen 1, 2 und 3, denen wir jetzt ein Stückchen folgen werden.

Fig. 15. Auf dieser Figur haben sich die numerierten Individuen nebst einem nicht bezeichneten, das ich nicht sicher bis an *Fig. 14* habe zurückverfolgen können, zu einem Zweig abgetrennt.

Fig. 16. Wir haben jetzt drei Beispiele, *Fig. 4, 10* und *16*, dafür, dass die Zweige, wenn sie primär sind, ganz dasselbe Aussehen haben wie die Äste einfacherer Arten wie z. B. *Dictyonema pellatum*, jedoch mit dem Unterschiede, dass bei diesen Dendroideen von den beiden Seitenindividuen das eine ein Knospungsindividuum, das andere ein Gonangium ist. Hier dürften dagegen beide Gonangien sein, also auf *Fig. 16* sowohl 3 als das unbezeichnete Individuum. Diese Gonangien können aber nicht in ein und demselben Knospungsindividuum erzeugt worden sein, so dass trotz der Ähnlichkeit in der Gruppierung der Individuen ein Zweig bei dieser Art doch nicht auf dieselbe Weise entstanden ist wie ein Ast bei den einfacheren Dendroideen.

Fig. 17. Es hat den Anschein, als ob das Individuum 3 hier mündete, was aber nicht der Fall ist. Ob das Individuum 1 hier zu münden anfängt, kann ich nicht mit Sicherheit entscheiden; so viel steht fest, dass es zuerst mündet; dann münden fast zu gleicher Zeit 3 und das unbezeichnete direkt nach Aussen. Das Individuum 2 wächst dagegen weiter und auf

Fig. 18 sehen wir, wie sich dieses Individuum zu einem anderen Ast gesellt, auf welchem es auch nachher mündet, was jedoch erst dann erfolgt, nachdem der Ast Zeit gefunden hat sich zu teilen.

Fig. 13 stellt den Querschnitt eines in Bezug auf die Anzahl der Individuen stark reducierten Astes dar. Der Ast, wovon dieses ein Rückstand ist, ist durch Spaltung eines zusammengesetzten Astes entstanden, und nachher haben einige Individuen gemündet, ohne Zweige zu bilden.

Auf *Fig. 19* hat das Individuum 4 gemündet und die übrigen haben sich untereinander verschoben. Ausserdem kommt hier ein neues Individuum 5 von einem anderen Ast hinzu.

Fig. 20. Auf diesem Schnitt haben auch zuerst 2 und dann 1 gemündet, und die Zusammenschmelzung von 3 und 5 ist so vollständig wie möglich.

Fig. 21. Die Individuen haben sich verschoben.

Fig. 22. Das Individuum 5 hat gemündet. Ich halte die Individuen 1, 3 und 5 für Thecen. 3 setzt sich noch durch mehrere Schnitte fort.

Fig. 23. Dies ist ein Querschnitt durch einen ziemlich einfachen Ast. Das hervorragende Individuum 1 links unten hat sich soeben an den Ast angeschlossen. Die beiden oberen isolierten Individuen haben einem von diesem Ast gesprossenen Zweig aus drei Individuen angehört. Solche

Zweige finden sich auch, und ihre Existenz dürfte damit zusammenhängen, dass in gewissen Knospungsindividuen zwei Knospungsindividuen statt eines Knospungsindividuums und eines Gonangiums gebildet werden. Dies wird noch ein Grund sein, die kleineren Seitenindividuen, die früher als die Thecen münden, für Gonangien zu halten. Das dritte Individuum hat hier seinen Platz zwischen den beiden anderen gehabt.

Fig. 24 Ob das isolierte Individuum dieser Figur eines der beiden vorigen oder ein neues ist, wage ich nicht zu entscheiden. Im Ast selbst dagegen sind die Individuen 1, 2, 3 und 4 verfolgbare gewesen. Dieser, mit Ausnahme von 1, einfache Ast enthält zwei Knospungsindividuen.

Fig. 25. Die Individuen haben sich nach der Thecaseite hin verschoben.

Fig. 26. Hier hat die Theca 1 gemündet und ebenso das Individuum 3, welches wahrscheinlich ein Gonangium ist. Wenn dem so ist, liegt hier ein Beweis vor, dass auch die Gonangien am Ast selbst münden können, und zwar nur in der Form eines Loches, nicht einer Röhre, die sich vom Ast abhebt. Die Schnitte 24—26 bieten ausserdem Gelegenheit, besonders in dem oberen Knospungsindividuum, die Entwicklung der neuen jungen Individuen zu studieren.

Fig. 27, 30 und 31. Diese Schnitte zeigen die Zusammensetzung des Astes, nachdem die beiden Individuen auf *Fig. 26* gemündet haben. Ehe wir aber den Schnitt 31 erreichen, mündet teils die Theca links auf den Schnitten 27 und 30, und dies sieht ganz so aus wie auf *Fig. 26* und 29. Aber zu gleicher Zeit mündet auch das Gonangium 1. *Fig. 28* stellt einen Zweig aus drei Individuen dar. Die beiden grösseren Individuen dürften Thecen sein, und das kleinere ein Gonangium. Letzteres mündet zuerst, dann die nicht bezeichnete Theca. Das Individuum 1 dagegen wird fast horizontal und vereinigt sich im Schnitt 31 mit dem Ast, von welchem *Fig. 23—27, 30 und 31* Querschnitte sind. Ausserdem sehen wir, wie links unten ein Zweig aus drei Individuen im Begriff steht, sich abzusondern.

Die Art kam allein in einem Feuersteingeschiebe bei Wisby vor.

***Climacograptus* sp.**

Pl. XI, *Fig. 14.*

Die Art hat ein deutliches Längsseptum. Die Querschnitte sehen etwa wie *Climacograptus kuckersianus* HM aus.

Die Art kam zusammen mit *Dictyonema pellatum* und *D. cavernosum* in einem Feuersteingeschiebe bei Wisby vor.

Das Material der vorliegenden Untersuchung gehört dem hiesigen Geologischen Museum.

Erklärung der Tafeln.

Pl. XI.

Fig. 1. *Dictyonema cavernosum* $^{10}/_1$. Dieses Exemplar ist zugleich Original zu Pl. XI Fig. 6—11 und Pl. XII Fig. 15—19.

Fig. 2 und 3. N:o I. $^{10}/_1$. Dasselbe Exemplar in verschiedenen Lagen. Zugleich Original zu Pl. XI Fig. 15—24.

Fig. 4. N:o III. $^{10}/_1$. Dasselbe Exemplar ist Original zu Pl. XIII.

Fig. 5. N:o V. $^3/_1$.

Fig. 6—11. *Dictyonema cavernosum*, a auf Fig. 1. $^{26}/_1$.

Fig. 6 ist der Schnitt N:o I

» 7 » » » »	8
» 8 » » » »	67
» 9 » » » »	72
» 10 » » » »	76
» 11 » » » »	80

Die Serie besteht aus 91 Schnitten.

Fig. 12. N:o II. $^3/_1$. Dasselbe Exemplar ist Original zu Pl. XII Fig. 1—14.

Fig. 13. N:o IV. $^{10}/_1$.

Fig. 14. *Climacograptus* sp. $^4/_1$.

Fig. 15—24. N:o I. $^{33}/_1$. 20 μ .

Fig. 15 ist der Schnitt N:o 15

» 16 » » » »	25
» 17 » » » »	42
» 18 » » » »	59
» 19 » » » »	75
» 20 » » » »	80
» 21 » » » »	97
» 22 » » » »	98
» 23 » » » »	103
» 24 » » » »	112

Die Serie besteht aus 112 Schnitten.

Fig. 25. N:o I. $^{34}/_1$. 20 μ .

Pl. XII.

Fig. 1—14. N:o II.

Fig. 1—13 Serie aus 584 Schnitten von 20 μ .

Fig. 1 ist der Schnitt N:o	95	$^{12}/_1$
» 2 » » » »	112	$^{12}/_1$
» 3 » » » »	124	$^{56}/_1$
» 4 » » » »	134	»
» 5 » » » »	150	»
» 6 » » » »	175	»

Fig. 7 ist der Schnitt N:o 195 ⁵⁶/₁
 » 8 » » » » 240 »
 » 9 » » » » 257 »
 » 10 » » » » 373 »
 » 11 » » » » 315 »
 » 12 » » » » 566 »
 » 13 » » » » 571 »
 » 14 zeigt die Lage der Schnitte ⁶/₁

Fig. 15—19 *Dictyonema cavernosum* b. Pl. XI Fig. 1. ³⁴/₁ 20 μ .

Fig. 15 ist der Schnitt N:o 19
 » 16 » » » » 23
 » 17 » » » » 29
 » 18 » » » » 32
 » 19 » » » » 37

Die Serie besteht aus 42 Schnitten.

Fig. 20—24 *Dictyonema² tuberosum*. Serie aus 172 Schnitten von 20 μ . ⁵³/₁.

Fig. 20 ist der Schnitt N:o 101
 » 21 » » » » 105
 » 22 » » » » 109
 » 23 » » » » 111
 » 24 » » » » 117

Fig. 25 *Dictyonema cavernosum*.

Schematisches Bild von dem Inhalt des Periderms am proximalen Ende der Kolonie.

Pl. XIII.

N:o III.

Serie aus 36 Schnitten von 20 μ . ²³/₁.

Fig. 1 ist der Schnitt N:o 4
 » 2 » » » » 5
 » 3 » » » » 6
 » 4 » » » » 7
 » 5 » » » » 8
 » 6 » » » » 9
 » 7 » » » » 10
 » 8 » » » » 11
 » 9 » » » » 12
 » 10 » » » » 13
 » 11 » » » » 18

Pl. XIV.

N:o V ⁵⁸/₁.

Alle Schnitte gehören zu einer Serie aus 451 Schnitten von 20 μ , aber bilden nicht Serie mit einander anders als auf folgende Weise.

Fig. 1 und 2 bilden Serie.

» 4—8 » »

» 9—12 » »

» 14—18 » »

» 13 und 19—22 bilden Serie.

» 23—27, 30 und 31 bilden Serie.

» 28 und 31 bilden Serie.

Fig.	1	ist der Schnitt	N:o	28
»	2	» » »	»	53
»	3	» » »	»	451
»	4	» » »	»	84
»	5	» » »	»	88
»	6	» » »	»	90
»	7	» » »	»	100
»	8	» » »	»	106
»	9	» » »	»	156
»	10	» » »	»	160
»	11	» » »	»	162
»	12	» » »	»	169
»	13	» » »	»	257
»	14	» » »	»	244
»	15	» » »	»	262
»	16	» » »	»	269
»	17	» » »	»	277
»	18	» » »	»	291
»	19	» » »	»	270
»	20	» » »	»	273
»	21	» » »	»	279
»	22	» » »	»	284
»	23	» » »	»	411
»	24	» » »	»	418
»	25	» » »	»	431
»	26	» » »	»	435
»	27	» » »	»	437
»	28, 29, 30	» » »	»	439
»	31	» » »	»	451



II. On the Interglacial Submergence of Great Britain.

1. The marine clay at Cleongart, Kintyre, SW-Scotland.

by

Henr. Munthe.

Since long time pleistocene marine shells are known in older pleistocene deposits (older than the late-glacial time) at high levels in several districts of Great Britain. At the well known locality Moel Tryfaen, in North Wales, such marine shells occur at a height of 1350 feet (412 metres) above the present sea, in Cheshire, at some localities, at about 1200 feet (393 metres), in Ireland at heights of 1300 feet (426 metres), in Ayrshire at 1261 feet (413 metres) etc., while in those just mentioned and other districts shell-bearing deposits of about the same age are also found at lower levels.

The deposits in question are described partly as *boulder-clay*, partly as *sand* and *gravels* (often in close connection with the boulder-clay), partly also, but more rarely, as *veritable marine clay*. The greater shells, as of *Mollusca*, met with in these petrographically different deposits are often broken and fragmentary, sometimes also striated, while the minute ones, as *Foraminifera*, *Ostracoda* etc., are usually in a good preservation. The *character of the fauna* also shows differences, being sometimes more *northerly*, or even *arctic*, sometimes more *temperate*, while in places representatives of both these kinds are met with. The *bathymetrical* character of the fauna sometimes also shows considerable differences. — In a word, *the fauna in these shell-bearing deposits usually has a mixed character*.

With regard to the *origin* or *mode of formation* of these shell-bearing deposits, there are principally two different views. On the one hand some geologists are of opinion that the shells and shell fragments have been carried from a lower level (an old sea-bottom) to the higher places, where they are now found, *by land-ice*; on the other hand the deposits in question are supposed to be of a *true marine origine*, indicating

a submergence of land to an amount, corresponding to or exceeding the heights above the sea where they occur now. Other geologists go the middle course, adding some occurrences of shell-bearing deposits the former, others the latter origin.

In order to get better information regarding the question just mentioned, a Committee were elected to investigate some localities of high-level shell-bearing deposits in Scotland »with the view of re-examining the evidence bearing on the submergence of Scotland during the glacial period»¹. Two such localities have been hitherto to a greater extent examined, and the results of these examinations are to be found in the two following Reports of the Committee: — 1. On the Character of the High-level Shell-bearing Deposits at Clava, Chapelhall, and other localities. — Report of the Committee, consisting of Mr. J. Horne (Chairman), Mr. David Robertson, Mr. T. F. Jamieson, Mr. James Fraser, Mr. P. F. Kendall, and Mr. Dugald Bell (Secretary). (Drawn up by Mr. Horne, Mr. Fraser, and Mr. Bell; with Special Reports on the Organic Remains, by Mr. Robertson.)¹ — 2. The Character of the high-level Shell-bearing deposits in Kintyre. — Report etc. (The Committee consisting of the same geologists that are mentioned in the title of the preceding paper)².

With regard to Clava (the only locality described in the Report 1) »the majority of the Committee are strongly inclined to infer, from the assemblage of organic remains and their mode of occurrence, the proved extension of the bed and its apparently undisturbed character, that the shelly clay is *in situ*, indicating a submergence of land to the extent of over 500 feet. A minority of the Committee (Messrs Bell and Kendall), however, do not consider the evidence sufficient to establish this conclusion, or at all points in harmony with it»³, being of opinion that the ice-transport theory better accounts for the occurrence of the shelly clay at Clava than the submergence does (Report 1, p. 30—32).

Regarding Cleongart (and the other two localities in Kintyre) the Committee have given only »an impartial statement of the evidence bearing on the nature of these deposits; leaving those interested in the question of their origin to draw their own conclusions from the ascertained facts» (Report 2, p. 22).

Of late years this very interesting and important question of the »great submergence» of Great Britain in old pleistocene time has given rise to a lively discussion. Further on I shall have an opportunity of discussing this question, but I must even now say, that I adopt, though with

¹ Report of the British Assoc. for Advanc. of Science. Nottingham Meeting, 1893, Section C. p. 1 (Separate print).

² British Assoc. Advanc. Science. Liverpool Meeting, 1896, Section C.

³ Report 1, p. 30.

a certain reservation, the submergence theory. In the first instance I shall give an account of the Cleongart section and my own examination of it.

Last year (1897) when I had the opportunity of visiting England and Scotland during a few weeks — as an holder of »Riksstatens mindre utrikes resestipendium» from the University of Upsala — Mr. J. HORNE at Edingburgh, the above mentioned Chairman of the Committees, advised me to go to Cleongart as the best known and most easily accessible locality of older pleistocene shell-bearing marine deposits in Scotland¹. This proposal I embraced the more readily as from the mixed character of the fauna, found in the marine clay at Cleongart (see Report 2), one might reasonably expect to find a difference of the composition of the fauna at different levels of the section. In fact it was not probable that such northern species as *Pecten islandicus*, *Leda pernula* and so on should have lived here at the same time as the southern *Ostrea edulis* etc., besides some species showing changes of level during the formation of the clay. Most likely therefore a closer palæontological-stratigraphical examination of the section would reflect the physical-geographical changes which seemed to have succeeded to one another during a long period — in a similar manner as has been proved for some interglacial deposits in North Germany and Denmark².

As we shall see in the following pages, this supposition was also confirmed.

Before giving an account of my preliminary surveys at the section and of the results yielded by the later examination of the samples collected, I think fit to give a review of the Committee's Report referred to above.

»The shell-bearing deposits in Kintyre, investigated by the Committee during 1895—96, occur at three localities on the west side of the peninsula and to the north of Machrihanish Bay» (see map. fig. 1 p. 371). »They are exposed in three stream sections: (1) in Tangy Burn; (2) in Drumore Burn; (3) in a stream near Cleongart, which run more or less parallel with each other in a westerly direction towards the Atlantic» (l. c. p. 1).

Tangy Glen and Drumore Glen are only of relatively small importance, whereas Cleongart is of very special interest and therefore may be made the object of a more detailed account than the two other localities.

Tangy Glen. — From this locality Messrs Robertson and Crosskey in 1873 described shell-bearing marine clay³, the greatest part visible being

¹ In this place I gladly embrace the opportunity of expressing my heartfelt gratitude to Messrs HORNE and PEACH, of Geological Survey of Scotland, for their valuable assistance during my visit to Scotland.

² See MUNTZ: Studien ü. ältere Quartärlagerungen im südbaltischen Gebiete. (Bull. geol. Inst. Upsala. No. 5 p. 27). FRITHIOF ANDERSSON: Über die quartäre Lagerserie des Ristinge Klint auf Langeland. Eine biologisch-stratigraphische Studie (l. c. p. 115).

³ Trans. Geol. Soc. Glasgow, Vol. IV, p. 134 (Report p. 2).

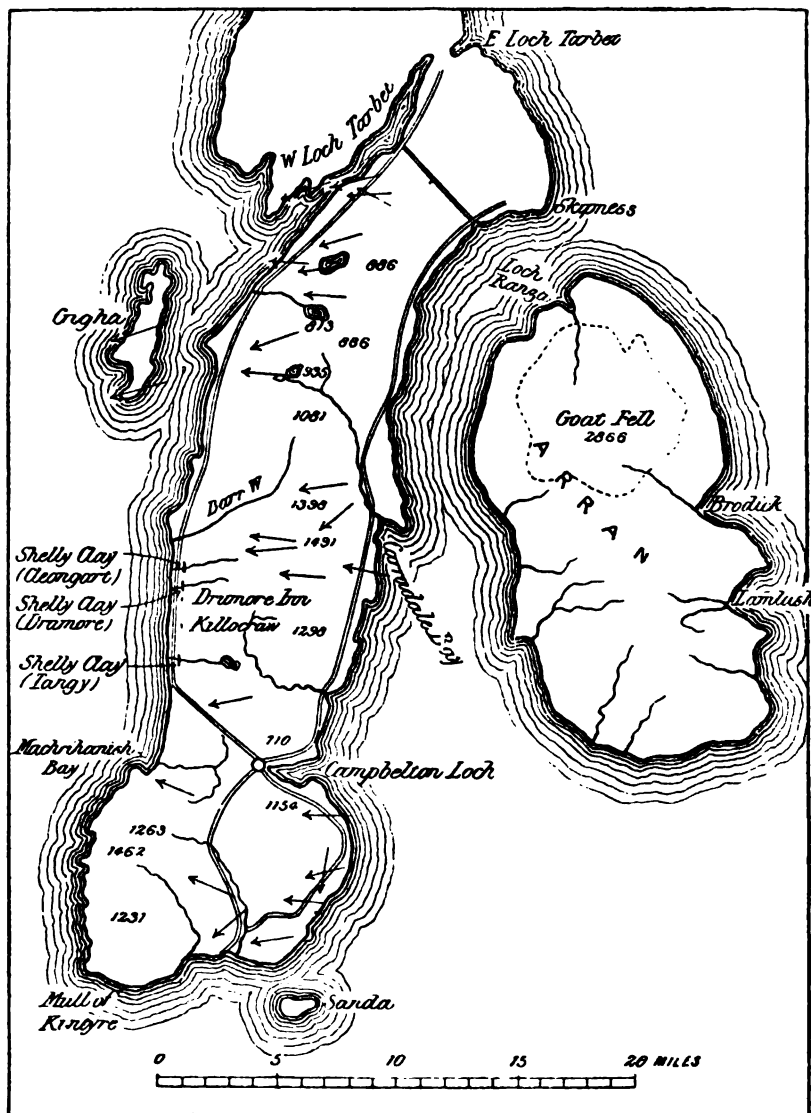


Fig. 1.

Map of Kintyre and Arran, showing the direction of the Ice-flow¹.
(From Report 2, p. 9.)

¹ The heights of hills are marked in feet. The Arran granite boundary is dotted.

13 feet high, overlaid by boulder-clay, that the Committee found to be about 30 feet in thickness. »The top of the shelly clay — — was found by the Committee — — to be $135\frac{1}{4}$ feet» (44 metres) above the level of the sea. (Report p. 4).

Drumore Glen. — This locality is of still less interest than that of Tangy Glen. The top of the shelly clay (also here overlaid by boulder-clay) was found to be 199 feet (65 metres) above the sea.

The shells observed in the marine clay at these localities will be mentioned further on.

Cleongart. — This locality, that was discovered by Mr. ALEX. GRAY, at Campbelton, is by far the best section of shelly clay hitherto observed in Kintyre, and the Committee therefore »confined their detailed observations chiefly to it».

The main section [see fig. 2, p. 380! (from Report 1, p. 6)] that is constructed partly on the base of the visible layers, partly (and especially) on the base of digging and boring operations (the latter, as will be seen from the diagram) to considerable depths, shows the following layers:

Boulder-clay 74 feet (= 24.3 metres) + (at the southernmost bore).

Shelly clay $27\frac{1}{2}$ » (= 9.2 »).

Course Sand

and Gravel 11 » (= 3.6 »).

(Mica Schist?).

The surface of the shelly clay is situated $178\frac{3}{4}$ feet (59 metres) above the level of the sea.

The overlying *boulder-clay* »is of a reddish-brown colour, charged abundantly with boulders» (»mainly of local origin»), »some of which are striated».

The *shelly clay* is described as »a stiff, dark, bluish clay, comparatively free from stones in the upper part, though here and there throughout the section well-rounded stones are met with» — — chiefly of local origin. — — No striations were observed on any one of the stones.

»Shells were found in abundance during the first visit of the Committee in 1895, a feature which was probably due to long exposure of the materials to the action of the weather, and the removal of the clay from the surface by the rain» (l. c. p. 4).

»Some of the species were particularly abundant — as, for example, *Turritella*, *Cyprina*, *Astarte*, *Leda* &c. Many were in excellent preservation, but others were broken and fragmentary. Some of the smallest shells, *Ledas* and others, were entire» (p. 5). A complete list of the fossils found in the clay will be given further on.

The clay was (by digging) found to rest upon — »a bed of compact *coarse sand* and *gravel*, cut open to a depth of 3 feet 10 inches, no shells being visible. The boundary between the compact shelly clay above and the sand and gravel below was sharply defined, and to all appearance

horizontal» — — »Owing to the percolation of water from the stream, the cutting was not continued downward to the solid rock; but the mica schist is visible in the bed of the Burn a few yards further down or west of the main section.»

»The shelly clay is also visible at one or two points on the north bank of the Cleongart Burn, where it is in like manner overlaid by reddish-brown boulder-clay. It has not proved so fossiliferous there as in the section on the southern bank — —.»

»With the view of proving the extension of the shelly clay along the stream in an easterly direction, the Committee put down a series of shallow bores — —. Blue clay, resembling the shelly clay, was recognized in the samples obtained from the three bores Nos. 1, 2 and 3, 22 yards» (21.6 metres), »44 yards» (43.2 metres), »and 66 yards» (64.9 metres) »respectively east of the main section» (p. 5).

»No shells or other organic remains, except one or two freshwater Foraminifera, were found in the materials from these bores¹.»

»A small exposure of a similar clay was visible still further east, or 88 yards» (86.4 metres) »distant from the main section. This contained some small fragments of shells, and a few Ostracoda and Foraminifera» (p. 5).

With regard to the *deep bores* south of the main section a few words may be said. At the first bore, 34 yards in horizontal direction from the top of the exposed face of the shelly clay, this clay was reached at a depth of 45 feet (14.7 metres), »and after passing downward through 10 feet» (3.3 metres) »they (the borers) struck upon a rock or boulder, which arrested their progress².» »The Committee did not think that they had reached the bottom of the shelly clay.»

At the other deep bore, 70 yards south of the former »after a good many difficulties and delays, the shelly clay was struck at a depth of 76 feet» (24.7 metres) »from the surface, which also corresponded very well with the estimate that had been made beforehand». — — »The clay was found to continue downwards, with some variations in colour and composition, for a depth of about 20 feet» (6.6 metres) »from the point where first met with» (p. 8). Samples of the clay from various depths were laid aside by Mr GRAY and sent on to Dr. Robertson for examination.» »A good many Ostracoda and Foraminifera were found in it — —, and a few fragments of shells» (see further on). »The bore was sunk to a depth of 97 feet» (31.8 metres), »the deposit becoming very stony towards the bottom,

¹ In Dr. ROBERTSON'S special-Report (see p. 16) these remains (three in number) are thought to be "Deflugi" (= Diffugia?) Regarding the material of the bore No. 3 he otherwise says: "The 'floats' were full of vegetable fragments that had much of the appearance of being waterlogged". It is therefore probable that also the *Diffugia*-specimens were in a secondary position.

² In all probability the latter (see further on!).

and finally resembling the hard, compact gravel underlying the shelly clay in the main section» (p. 8).

»The Committee regard the proved extension of the shelly clay thus far, under the boulder-clay, as a point of much interest, and as favouring the conclusion that it may extend more or less continuously, about the same level, from one glen to another.» This conclusion is, in my opinion, rather risky, the marine layers having probably been on a great scale destroyed during the following glaciation. If we say that *it may have originally extended* more or less continuously from one glen to another, it is more likely to be true. I think, however, that the great extension and the relatively undisturbed character of the shelly clay, as proved by the interesting examination of the Committee, is sufficient to establish the conclusion that the shelly clay here is really *in situ*.

With regard to the *ice-flow in Kintyre* it is worth mentioning that both the ice striæ and the transport of boulders show a glaciation, crossing on a large scale the peninsula in a westerly direction from the Firth of Clyde to the Atlantic (see map, p. 372!). »Indeed, one of the remarkable features connected with the glaciation of that region is the occurrence of granite boulders derived from the mass in the north of Arran» (p. 11—12). — In my opinion, the occurrence of the shelly clay in a glen at a low level in this westerly and »lee«-side (in relation to the ice-direction) of Kintyre has been the very cause of its being still preserved.

As will be seen from the following pages, the *stratigraphical appearances* of the fossils of the shelly clay also confirm the conclusion that the clay is really *in situ*, and it was chiefly with a view to decide this question, to which the Committee had not paid sufficient regard, that I resolved to go to Cleongart. As will be seen from the Report, the fossils had been collected chiefly on the weathered surface of the shelly clay at the main section, without due respect to the stratigraphical appearances of the species, save to a certain extent regarding the materials from the southernmost bore, these samples, however, being too small to give exact information as to the character of the fauna at different levels of the clay, and the more so because the samples in question were destitute of determinable *Mollusca* — the best marine organic remains when you want to form an idea of the physical-geographical conditions, more particularly in pleistocene times.

On my visit to Kintyre I had the good fortune to be taken care of by Messrs. ALEX. GRAY and LATIMER MC ENNES, of Campbelton, who not only accompanied me to the Cleongart section, but also kindly showed me some other geologically interesting places in the neighbourhood of Campbelton¹.

When examining the main section at Cleongart, Mr GRAY and I at first collected the shells and shell fragments on the surface of the

¹ For their kindness and valuable assistance I express my best thanks.

shelly clay, and in this way I got a »general-sample», in which a great number of *macroscopical* species (of *Mollusca* and *Cirripedia*) enumerated in Dr. ROBERTSON'S list (see Report p. 16—18) are represented.

It may, I think, be of some interest to know my observations regarding the frequency of some species as being in some cases an addition to Dr. ROBERTSON'S accounts, and I shall therefore give a list of all the species found here. Besides I have found a few species which are new for the locality, and these are marked with an *. The letters *S*, *N* or *w* attached to the species refer to the present geographical distribution of the species, as far as that depends in any great degree on conditions of *climate*. Thus *S* denotes species extending *southwards*, i. e. having their northern boundary in West Finmark (North Norway); *N* those extending *northwards* into the arctic districts and southwards about as far as Great Britain; *N(a)* = more *arctic* species which at the present day do not reach so southern districts as Scotland, and *w* = *widely-extended* species existing both in *S*- and *N*-districts. The references are principally from G. O. SARS: *Mollusca regionis arcticæ Norvegiæ*, Christiania 1878. The figures in the second column regarding the modern bathymetrical distribution refer to Britain and Norway, and the references are from JEFFREYS: *British Conchology* (1863—1869) and SARS (l. c.).

The Table shows that of 37 determinable species, found in the »general-samples» at Cleongart, 11 (or 29.8 per cent.) have a *southern*, 11 (or 29.7 per cent.) a *widely-extended*, 9 (or 24.3 per cent.) a *northern*,

List of Mollusca from »general samples» of the Cleongart section.

	From ROBERTSON'S Report	MUNTHER Collection	Horizontal distribu- tion	Bathym. distribut. in <i>metres</i> Norway— Britain	Remarks:
1. <i>Ostræa edulis</i> L.	Several perfect and a few fragments.	A few fragments.	<i>S</i> .	5—90	Most northern occurrence = W-Norway
2. <i>Anomia ephippium</i> L. . . .	One small valve, and a large fragm.	A few fragments.	<i>w</i> .	0—785	
3. <i>Pecten opercularis</i> L. . . .	One small fragment.	?	<i>S</i> .	10—195	Most northern occ. Lofoten Islands.
4. » <i>islandicus</i> MÜLL.	Two small fragments.	?	<i>N(a)</i>	10—100	Most southern occ. Lofoten Islands and Bodø (more Southern as dwarf-forms).
5. » <i>maximus</i> L.	One small fragment.	A few fragments.	<i>S</i> .	10—150	Most northern occ. W-Norway.
6. <i>Mytilus edulis</i> L.	One small fragment.	Two fragments.	<i>w</i> .	0—20	
7. <i>Yoldia lenticula</i> FABR. (? = <i>Leda pygmaea</i> MÜNST., ROB.)	A few valves, and some attached.	A few valves.	<i>N(a)</i>	40—600	Most southern occ. Bodø (Relict in Mediterranean?).

	From ROBERTSON'S Report	MUNTHES Collection	Horizontal distribu- tion	Bathym. distribut. in metres Norway— Britain	Remarks:
8. <i>Leda pernula</i> MÜLL. (incl. var. <i>macilenta</i> STEENSTR.)	Many valves, both broken and perfect.	Many valves, both broken and perfect.	N(a)	40—300	Probably now extinct in British seas.
9. * <i>Nucula</i> sp.	—	4 fragments.	—	—	
10. <i>Astarte banksii</i> LEACH (=	Many valves, mostly per- fect.	Many valves, mostly per- fect.	N.	10—200	
» <i>compressa</i> MONT.)					
11. » <i>borealis</i> CHEMN.	A few valves.	A few frag- ments.	N(a)	10—40	{ Most southern occ. = W-Norway. (Relict in Kattegat—Sou- thern part of Baltic).
12. » <i>elliptica</i> BROWN	Many valves, mostly perfect	Many perfect valves, and fragments.	N.	10—100	
(? = <i>sulcata</i> DA C., ROB.)					
13. <i>Montacuta bidentata</i> MONT.	One valve.	—	S.	10—200	
14. * <i>Cardium norvegicum</i> SPGL.	—	One imperfect valve.	S.	10—95	Most northern occ. = W-Norway.
15. » <i>fasciatum</i> MONT.	One valve.	—	w.	10—330	
16. » <i>exiguum</i> GML. . . .	One valve.	—	S.	6—60	
17. » <i>edule</i> L.	Fragment of a young shell.	One small, nearly perfect valve. 3 frag- ments.	w(?)	0—10	
18. » <i>tuberculatum</i> L. . .	Several frag- ments and one perfect valve.	Several frag- ments.	S.	0—25	Most northern occ. = Britain.
19. <i>Cyprina islandica</i> L. . .	Many valves broken in all directions.	Many frag- ments.	N.	10—200	
20. * <i>Venus gallina</i> L.	—	Two frag- ments.	w.	0—200	
21. » <i>ovata</i> PENN.	A few valves, perfect and broken.	Several val- ves, perfect and broken.	w.	10—285	
22. <i>Tellina calcarea</i> CHEMN.	Moderately common, bro- ken and perf.	A few frag- ments.	N(a)	0—80	{ Rare as living, com- mon as fossil along the S- and W-coasts of Norway. Common in Finmark and more northerly.
23. * » <i>baltica</i> L.	—	On valve.	w.	0—20	
24. <i>Saxicava rugosa</i> L. . . .	To small valves.	Fragments(?)	w.	0—600	
25. <i>Mya trunestu</i> L.	One hinge fragment.	Several frag- ments, four with hinges.	w.	0—100	
26. <i>Trophon truncatus</i> STRÖM.	Four perfect specimens.	One perfect specimen.	N.	10—100	
27. <i>Purpura lapillus</i> L. . . .	One perfect specimen.	—	N.	0—20	
28. <i>Fusus contrarius</i> L. . . .	One perfect specimen.	One fragment.	—	—	
29. <i>Buccinum undatum</i> L. . . .	Several, large and small, more a less imperfect.	One imperfect specimen.	N.	0—300	
30. <i>Natica grönlantica</i> BECK.	Two speci- mens.	sp. One spe- cimen.	N.	40—100	

	From ROBERTSON'S Report	MUNTHER Collection	Horizontal distribu- tion	Bathym. distribut. in metres Norway— Britain	Remarks:
31. <i>Natica clausa</i> BROD. & SOW. (= <i>affinis</i> GML. p. p.) . . .	One specimen.	—	N(a)	20—100	Most southern occ. = Lofoten Islands!
32. <i>Odostomia</i> sp. ?	One specimen, imperfect.	—	—	—	
33. <i>Bela</i> (= <i>Pleurotoma</i>) <i>turricula</i> MONT.	One specimen.	One specimen.	N.	20—200	
34. * » sp.	—	One specimen.			
35. <i>Litorina litorea</i> L.	Two perfect and two frag- ments.	Three frag- ments.	N.	0—6	
36. » <i>rudis</i> MATON	Two perfect and one frag- ment.	—	w.	0	
37. <i>Hydrobia ulva</i> PENN.	One perfect specimen.	One specimen.	w.	0—6	Most northern occ. = Lofoten Islands.
38. <i>Turritella terebra</i> L.	Very abund- ant, scarcely one perfect.	Very abund- ant, several nearly perfect.	S.	6—200	
39. <i>Trochus tumidus</i> MONT.	Two imper- fect speci- mens.	—	S.	6—200	
40. <i>Dentalium entalis</i> L.	Many, mostly imperfect.	Several frag- ments.	S.	6—285	Most northern occ. : Britain.
41. » ? <i>Tarentinum</i> LAM. (? <i>striolata</i> STIMPS. = <i>abyssorum</i> M. SARS)	One fragment.	—	S.	0—50	
	—	One specimen.	—		

and 6 (or 16.2 per. cent.) an *arctic distribution*. Among the first named group there are *two* species (*Cardium tuberculatum* (common!) and *Dentalium Tarentinum* (?) (rare) which do not reach more northern districts nowadays than Britain. Probably, therefore, the climatic conditions cannot have been severer at the coasts of Britain during the space of time when the part of the clay containing those species was deposited, than they are at the present day in that district, or at all events not severer than at the west coast of Norway, where *Ostræa edulis*, *Pecten maximus* and *Cardium norvegicum* have now their northern boundaries. On the other hand such species as *Pecten islandicus*, *Leda pernula*, *Yoldia lenticula*, *Astarte borealis*, *Tellina calcarea*, and *Natica clausa*, which all are now extinct in British seas¹, show that the climate was severer than now at the Scottish coast during the formation of another part of the Cleongart shelly clay probably,

¹ Certainly they are met with in Scandinavin seas more southerly, but here (as in Skagerak, Kattegat, the Sound and Belts, and in South-Baltic) they are to be regarded as "relict forms".

at all events not better than that of north-Norway now-a-days (cf. *Pecten islandicus*, *Yoldia lenticula*, *Tellina calcarea* and *Natica clausa*) or even more northern districts. With regard to the preceding and the following utterances (on the bathymetrical conditions), it ought to be insisted that I start from the probable view that the *climatic conditions* in the older pleistocene Atlantic have been on a large scale as so to say »normal» as those of the present day in the Atlantic district *Britain to West- and North-Norway*. A comparison between the character of a pleistocene fauna and that of the present one in a certain north-atlantic district may therefore be scientifically justified.

As regards the *bathymetrical conditions* during different periods of the formation of the shelly clay, the table also gives some hints. *Leda pernula* and *Yoldia lenticula* which both frequently occur at Cleongart live at a *minimum-depth of 40 metres*; hence it follows that that part (or parts) of the clay which contains shells (in situ) of these species has been formed at a depth of *at least about 40 metres*. Some other species as *Cardium tuberculatum* (not uncommon) *Cardium edule*, *Mytilus edulis*, *Tellina baltica*, *Purpura lapillus*, *Litorinas* and *Hydrobia ulvæ*, on the other hand, point to the opposite direction, or that those parts of the clay which contain these species are formed at a lower depth than 25 metres. With regard to these litoral species it is, however, probable that a transport of shells from the litoral region by floating ice or (the Gastropoda) by Algæ has partly been the cause of their occurrence in the clay, more particularly as many of the forms mentioned do not live on a clay-bottom. They are also *very rare* in the shelly clay, except *Cardium* and *Litorina*. The occurrences of rounded and angular stones at different levels of the shelly clay also confirm the supposition of a transport by floating ice¹.

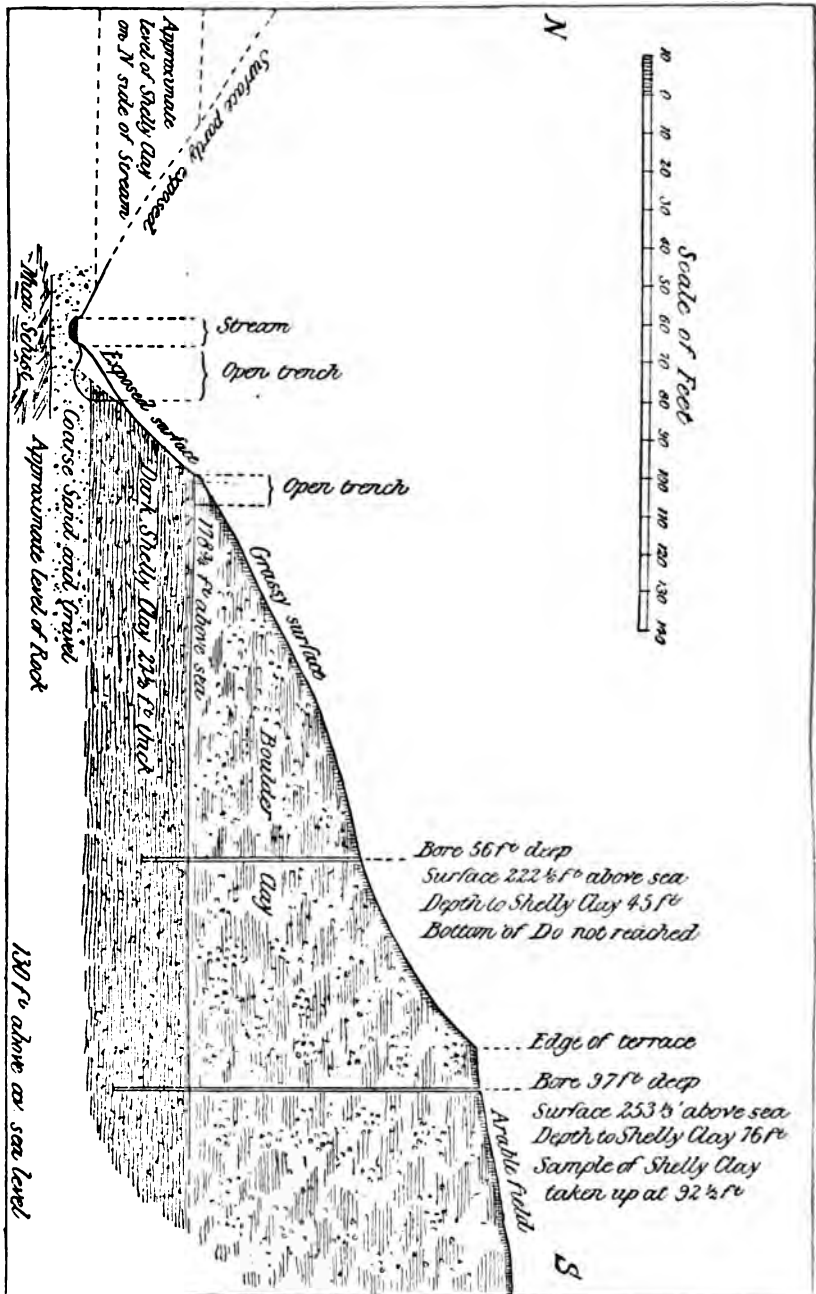
Thus from the very »general-sample» we may infer that the physical-geographical conditions during the formation of the shelly clay at Cleongart have been, to a certain extent, varying, but from those dates only we are not able to form a correct idea of the *course of these variations*².

With a view of ascertaining this question (on the *course of variations* above mentioned) Mr. GRAY and I collected a series of fresh samples of clay in situ from the exposed surface of the main section which samples I have afterwards washed and the organisms of which I have more closely examined. The samples had a size of 500—700 cm³ and about the half of the samples has been used for examination.

¹ Mr. JOHN SMITH has previously made about the same explanation as to the litoral shells and stones in the Clava clay (Geol. Magazine, 1896, p. 501).

² Besides it is worth mentioning that the following species of *Mollusca*, not met with at Cleongart, are found at Tangy: *Pecten grönländicus* SOWB. (one fragment), "*Leda* var. *Gouldii*?" (common), *Montacuta elevata* STIMP. (one specimen), *Corbula gibba* OLIV. (one valve), and *Fusus antiquus* L. (one very young shell). — At Cleongart I also found a *fish-otolith*, 22 mm in length and 11 mm in breadth.

Fig. 2. — Section showing Shelly Clay at Cleongart, Kinlyre, 1896 (From Report 2, p. 6).



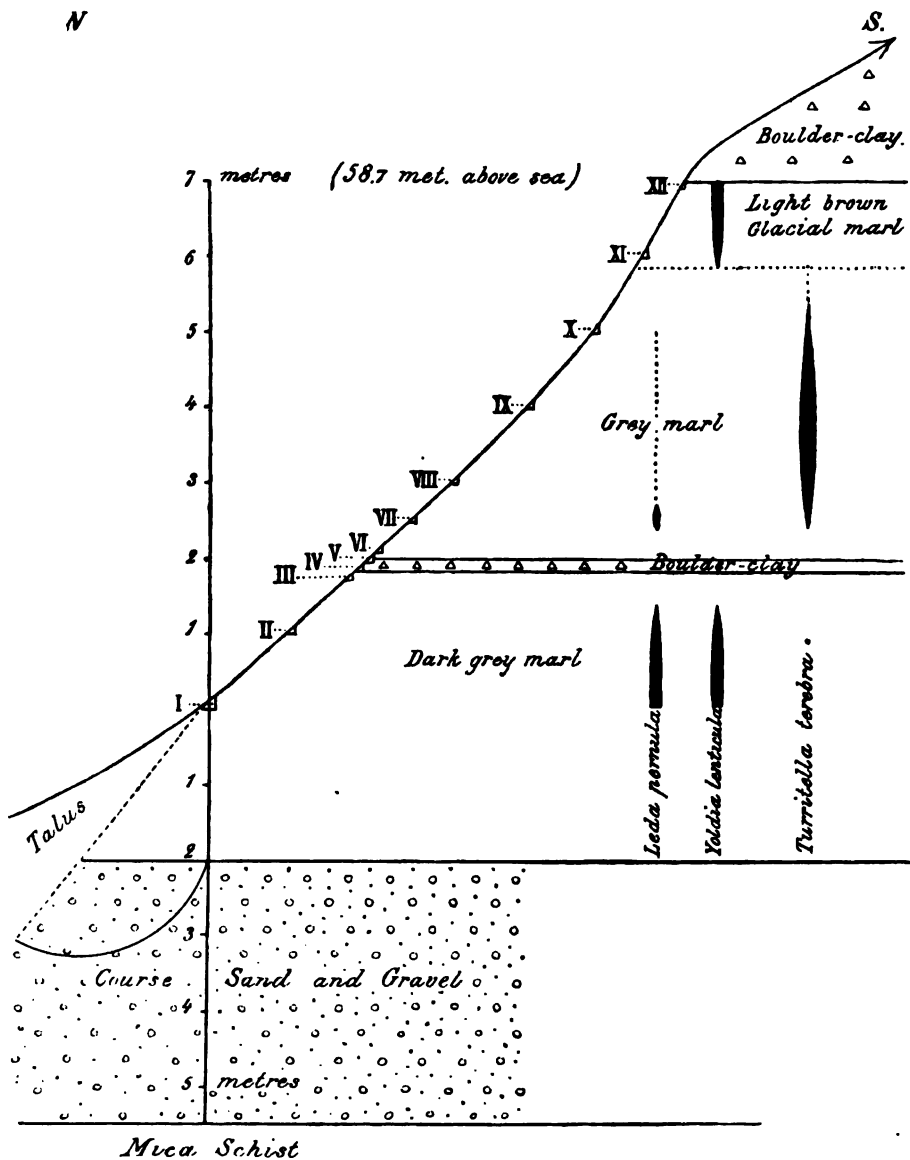


Fig. 3. — Section showing the levels of the samples collected 1897 at Cleongart, and the frequency of the most characteristic species of Mollusca, graphically illustrated.

The undermost part of the shelly clay being concealed by a talus, we could not get any samples from a lower level than about 2 metres above the bottom of the deposit. In all 12 samples were collected at levels which are to be seen in the following diagram, No. I being the undermost sample, collected 2 metres above the bottom of the layer, No. XII collected 7 metres above No. I &c. (see fig. 3! Cf. also fig. 2).

I shall now give a description of the *petrological character* of the different parts of the marine marl or clay, and then I shall pass into an account of the *fossil remains* found in them.

The two lowest samples, Nos. I and II, being pretty similar, they may be treated together. The marl is of a *dark grey* colour, rich in mica, a little sandy and contains very few small rounded and angular stones, one of which was striated. It shows a brisk effervescence by acid. Shell-bearing.

The sample No. III. is of a grey colour, rich in mica and sand, and contains a greater number of small (rounded and angular) stones than the two preceding samples. Brisk effervescence by acid. It contains only a few shell fragments and forms a transition to the following samples.

Nos. IV and V have the character of a veritable *boulder-clay*, though the small rounded stones in them, as consisting of very hard rocks, do not usually show any striations. No effervescence by acid, and no shells whatever are observed.

No. V is directly overlaid by *glacial clay* without fossils.

No. VI. This sample is a clay of a grey colour, somewhat sandy and micaceous, and contains a few small rounded and angular stones. It shows very fine slickensides, effervesces very little by acid and is almost destitute of *macroscopic* shells, only a few indeterminable fragments having been found.

Nos. VIII, IX and X. Those three samples are of about the same petrological character as that of Nos. I and II. They also show a brisk effervescence by acid. Colour grey. Shell-bearing.

Nos. XI and XII in strong contrast with the preceding samples are of a *light brown*, nearly *chocolateous* colour and resemble some varieties of our Swedish late-glacial marl. They are but little sandy and micaceous and contain only a few mostly angular small stones. The marls show a brisk effervescence by acid. Shell-bearing.

The overlying *boulder-clay*, that has the character of a veritable bottom-moraine, is of a reddish-brown colour. It does not effervesce by acid. No fossil remains at all are found in this deposit.

In examining the samples I have used the methods which I have described in Geolog. Fören:s i Stockholm Förhandl. (G. F. F.), Bd. 16 (1894) p. 17. The aim of these methods is to remove by means of washing operations all the clay and sand and to preserve all the organic remains from the smallest (as Diatoms, Foraminifera, Ostracoda &c.) to the largest (as Mollusca &c.).

The examinations of the samples on *diatoms* have given a completely negative result. No *siliceous* fossils at all have been met with here.

I shall now communicate the details of my examinations of the samples on *calcareous fossils*, and in the first instance I shall give a list of the *Mollusca* and *Cirripedia* found in the different samples. The letters S, w &c. have the same sense as in the list, p. 376—378. XXX = *common*, XX = *moderately common*, X = *rare* in the samples. An * denotes, as above, that the species in question has not been found at Cleongart before.

The molluscan shells are often in a fragmentary condition, hardy, but the smaller of them, as *Yoldia*, young specimens of *Cardium* &c., are in an excellent state of preservation. Sometimes also complete examples of *Leda* and *Astarte* are met with.

As may be seen from the list, p. 384—387, only a few species occur in a *greater number*, and in the following discussion on the physical-geographical conditions under which the different parts of the marl have been formed, we therefore shall have regard more particularly to those species, some of the others (rarely occurring) probably being in a secondary place. Among these more common species the following two have a more northern distribution and are not now found living in British seas, namely *Leda pernula*, and *Yoldia lenticula*. Of these species *Yoldia lenticula* is limited to the undermost (Nos. I and II) and uppermost (Nos. XI and XII) parts of the section, whereas *Leda pernula* is relatively common in the two former samples (I and II). Among the rarer species met with in the section, the northern *Yoldia frigida*, and the arctic *Cardium grönlandicum* (both now extinct in British seas) are limited to the two uppermost and the undermost (I) samples respectively. Add to this that the other species found at those levels (I—II and XI—XII) now-a-days live also in districts where the northern species just mentioned are at home, from which fact one may draw the conclusion that these parts of the »shelly clay» have been formed under *northern* (or partly even *arctic*) conditions, corresponding probably to those prevailing now in the North Norwegian seas.

Some other *northern* or *arctic* forms, such as *Pecten islandicus* and *Natica clausa*, which are met with in the »general sample» (see list above p. 376—378) are probably also from the same parts of the section, as will be evident from the following pages.

On the other hand one may conclude that those parts of the »shelly clay» which correspond to the samples Nos. VIII, IX and X (and intermediate layers) have been deposited under *temperate* conditions, these parts of the marl being nearly destitute of the more northern species above mentioned, but containing as marked *southern* species as *Turritella terebra* (very common in Nos. VIII and IX) and *Cardium tuberculatum* (rare). The climatic conditions under which these layers may be supposed to have been formed correspond, I think, to those prevailing now-a-days in the W- or SW-Norwegian seas or even more southerly. Certainly, *Leda per-*

List of Mollusca and Cirripedia met w

Mollusca:	Sample No.	I	II	III	IV-V	VI	VII
1. <i>Anomia</i> sp.		+	+	—	—	—	+
2. <i>Pecten maximus</i> L.		—	One fragm.	—	—	—	—
3. <i>Mytilus edulis</i> L.		—	—	—	—	—	One fragm.
4. <i>Leda pernula</i> MÜLL.		+++	+++	—	—	+	++
5. * » <i>minuta</i> MÜLL.		+	One fragm.	{ One valve	—	—	—
6. <i>Yoldia</i> (<i>Portlandia</i>) <i>lenticula</i> FABR. (= <i>Y. abyssicola</i> TORELL; <i>Y. pygmaea</i> var. <i>gibbosa</i> SMITH, M. SARS; =? <i>Leda pygmaea</i> MÜNST., ROBERTS). (See G. O. SARS l. c.)		+++	++	—	—	—	{ sp. (a fragm.)
7. * <i>Yoldia</i> (<i>Portlandia</i>) <i>frigida</i> TORELL (= <i>Yoldia nana</i> M. SARS)		—	—	—	—	—	—
8. * <i>Nucula tumidula</i> MALM (<i>Nucula</i> sp., fragments)		—	—	—	—	—	{ 4 small fragm.
9. <i>Astarte elliptica</i> BROWN (? = <i>Astartia sulcata</i> DA C., ROBERTSON)		++	+	—	—	—	+
10. <i>Astarte banksii</i> LEACH (= <i>Astarte compressa</i> MONT. non LINNÉ) . .		+	+	—	—	—	—
11. <i>Cardium tuberculatum</i> L.		—	—	—	—	—	—
12. » cfr <i>edule</i> L.		—	{ One small valve (1.5 mm.)	—	—	—	—
13. * » sp. indet.	{ One small valve		{ A few small fragmens	—	—	{ One fragm.	{ 2 small fragm.
14. * » cfr <i>norvegicum</i> SPENGL. .	—		{ One fragment (9.5 mm.)	—	—	—	—
15. * » <i>grönlandicum</i> CHEMN.	{ One valve (3.4 mm.)		—	—	—	—	—
16. <i>Cyprina islandica</i> L.	++	++	+	—	—	—	+
17. * <i>Venus gallina</i> L.	—	—	—	—	—	—	—
18. » (<i>Timoclea</i>) <i>ovata</i> PENN. .	2 fragm.	1 fragm.	—	—	—	—	+
19. <i>Tellina</i> (<i>Macoma</i>) <i>calcareia</i> CHEMN.	1 fragm.	2 fragm.	—	—	—	—	—
20. * <i>Abra</i> sp.	—	—	—	—	—	—	—

Different levels of the Cleongart section.

VIII	IX	X	XI	XII	Bathymetrical distrib. in metres. Norway a. (or) Britain	Horizontal distribution	Remarks:
—	One fragm.	+	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	10—150	S.	{ Most northern occurrence = W-Norway.
—	—	—	—	—	0—20	w.	
+	+	+	—	—	40—300	N(a)	{ Probably now extinct in British seas.
—	—	+	—	—	20—300	N.	
—	—	—	++	+++	40—600	N(a)	{ Now extinct in British seas. Most southern occ. = Bodø (Norway) about lat. 67° N. (Relict in Mediterranean?)
—	—	—	+	+	40—1200	N.	
—	—	—	—	{ One perfect valve	60—1200	S(w?)	{ Now extinct in British seas. (Relict in Mediterranean?)
1 fragm.	{ 3 small fragm.	{ A few fragm.	1 fragm.		—	—	
—	1 fragm.	+	—	—	10—100	N.	
{ sp. (4 small fragm.)	—	{ sp. (2 small fragm.)	—	—	10—200	N.	
{ 1 small fragment	—	—	—	—	0—25	S.	{ Most northern occ. = Britain.
—	—	—	—	—	0—10	w(?)	
—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	10—95	S.	{ Most northern occ. = W-Norway.
—	—	—	—	—	10—18	N(a)	
+	—	+	—	—	10—200	N.	{ Most southern occ. = Vadsø & E-Finmark (only small specimens. See Sars l. c. p. 49).
—	—	1 fragm.	—	—	0—200	w.	
+	+	++	(+)	—	10—285	w.	{ Now extinct in British seas. Rare as living, common as fossil along the S- and W-coasts of Norway. Common as living more northerly. (Sars l. c.).
+	—	1 fragm.	—	+	0—80	N.	
—	—	1 fragm.	—	—	—	—	

Mollusca:	Sample No.	I	II	III	IV-V	VI	VII
21. <i>Natica</i> sp.		—	{ 1 small specimen	—	—	—	—
22. <i>Litorina</i> sp.		—	—	—	—	—	—
23. <i>Rissoa</i> sp.		—	—	—	—	—	—
24. <i>Turritella terebra</i> L.		—	1 fragm.	—	—	—	{ 2 small specim.
25. <i>Dentalium (Antalis) entalis</i> L. . .		—	—	—	—	—	{ 1 fragm. specimen
26. » » cfr <i>striolata</i> STIMPS.		—	—	—	—	—	{ 1 fragm. specimen
(= » <i>abyssorum</i> M. SARS)		—	—	—	—	—	{ 1 fragm. specimen
Sum of species:		11	15	2	—	2	12
Percentage of 26:		42.3	57.7	7.7	—	7.7	46.2
Cirripedia (determined by Dr. CARL AURIVILLIUS, at Upsala):							
<i>Balanus</i> sp.		—	—	—	—	—	—
<i>Verruca strömia</i> O. F. MÜLLER		—	—	—	—	—	+

nula and *Tellina calcarea* (both of which are now extinct in British seas) occur in these samples, but owing to the fact that they are represented only by a few small fragments they may probably be considered to have been in a secondary way embedded in the marl. On the other hand some southern species, enumerated in the list of the »general-sample», such as *Ostræa edulis* and *Cardium tuberculatum* (both moderately common), may be supposed to have been from the beginning at home in these »temperate» parts of the section. It is probable even, therefore, that the marl in question has been deposited under climatic conditions corresponding to those of Scotland now-a-days.

In the sample No. VII *Leda pernula* is already more common and represented by some perfect valves, hence it is likely that the species lived in the place at the time when the layer that contains them was deposited. That sample may therefore be considered as representing a transition stage to the nearest underlying samples (VI, V and IV), of which No. VI is almost totally wanting in Mollusca (only a few fragments of *Leda pernula* and *Cardium* are found in it), whereas Nos. V—IV are entirely destitute of organic remains, having the character of a veritable boulder-clay, about 15 centimetres in thickness. The sample No. III, that is, like No. VI, also nearly without shells of Mollusca (it contains only one

VIII	IX	X	XI	XII	Bathymetrical distrib. in metres. Norway a. (or) Britain	Horizontal distribution	Remarks:
—	{ 2 small specim.	—	—	—	—	—	{ Most northern occ. = Lofoten Islands.
—	1 fragm.	—	—	—	—	—	
—	—	{ 1 fragm. specimen	—	—	—	—	
+++	+++	++	(+)	—	6—200	S.	
—	—	—	{ 1 small fragment	—	6—285	S(?)	
—	—	—	—	—	50—500	N.	
8	8	13	6	4			
30.8	30.8	50.0	22.2	15.4			
+	+	+	—	—	—	—	
—	{ one fragment	—	—	—	0—80(?)	N(?)	

valve of *Leda minuta* and a few fragments of *Cyprina islandica*), in its turn represents a transition stage between the marl below, that is much richer in Mollusca, and the boulder-clay above.

On the diagram, fig. 3, the frequency of the most characteristic molluscan species is graphically illustrated. The spots in the continuation of the black figures denote that the species in question is probably in a secondary place at the respective levels of the section.

I shall now attempt an interpretation of the *bathymetrical* conditions which have likely succeeded to one another during the time when *the different* parts of the section were deposited.

In the first place I maintain, that the layers which contain *Leda pernula* and *Yoldia lenticula* as common may have been deposited at a *minimum-depth* of about 40 metres because these species do not live in the Norwegian seas at the present day at a lower depth than 40 metres (see SARS l. c.). *Yoldia frigida* (though certainly uncommon at Cleongart) belonging to the same category also confirms that conclusion. As the two species of *Yoldia* are limited to the undermost and uppermost portions of the section (samples Nos. I—II and XI—XII) and *Leda pernula* is very common in the samples Nos. I—II we may suppose that all these layers have really been deposited at a depth of *at least 40 metres*. The other

Mollusca met with in these layers do not contradict this supposition, except perhaps *Cardium grönlandicum*. Of this species G. O. SARS has found only a few relatively small specimens off Vadsö (NW-Norway) at a maximum-depth of 18 metres, while in the sea at Novaja Semlja this form is met with at depths varying from a few metres to 30—90 metres¹, and off the SE-coast of Greenland at depths of 45 to 70 metres². As the species occurs only in one very small specimen (in sample No. I), one cannot, however, bathymetrically speaking, attach too much weight to it. At what depths the other layers (especially Nos. VIII, IX and X) have been deposited is more difficult to say, their characteristic species (*Turritella* and *Venus ovata*) being generally of a wider bathymetrical distribution. As *Cardium tuberculatum* (common in the general-sample!) is probably also pretty frequent in the layers with a temperate fauna (or in one of them), this species may be taken into a special consideration here. About 25 metres being the maximum-depth in which this species lives at Britain now-a-days, that depth is likely the maximum-depth at which the layers in question have been deposited. As to the *minimum-depth* several species found there, such as *Astarte*, *Cyprina*, and *Venus ovata*, which at the present day live at a minimum-depth of about 10 metres point to that amount, whereas *Leda pernula* (and *L. minuta*?), as above mentioned, is surely in a secondary place here.

According to the evidence of the molluscan fauna found in different levels of the section above described, *the course of the climatic and bathymetrical conditions* which seem to have succeeded to one another during the surely long period of the deposition of the whole section, may be as follows:

— at first, while the deposition of the undermost portion of the marl took place, the *climate* was likely *arctic* (obs. especially *Cardium grönlandicum*), and the depth of the sea was probably *at least about 40 metres* at this place (cf. *Leda pernula* and *Yoldia lenticula*). The land-ice or local glaciers surely covered the higher portions of Kintyre;

— when the layer represented by No. II was formed, the *climate* seems to have been a *little better* than before (obs. the certainly rare occurrence of *Turritella*, *Cardium* cfr. *norvegicum*, and *Pecten maximus*); the *depth about the same*;

— by degrees the *climatic conditions* must have been for some time *severer* and *local glaciers filled up the præpleistocene (?) valleys* of West-Kintyre, giving rise to the thin layer of *boulder-clay* (samples Nos. IV and V). When the layers immediately below and above the boulder-clay were

¹ See W. LECHE: Öfversigt ö. de af svenska expedit. t. Novaja Semlja och Jenissej 1875 och 1876 insamlade hafs-mollusker, K. Sv. Vet.-Akad. Handl., Bd 16, N:o 2, Stockholm 1878, pag. 78.

² See HENR. J. POSSELT, Östgrönlandske Mollusker, in Meddel. om Grönland XIX, Kjöbenhavn 1895, p. 70.

deposited, the molluscan fauna was very scanty or no one (the few fragments found in III and VI being possibly in a secondary place). The depth of sea: probably about the same as before;

— at a little higher level of the section (No. VII) some species make their appearance, such as *Leda pernula* (moderately common), *Yoldia* sp. (rare) *Astarte elliptica* (rare), *Cyprina* (rare) — all of them apparently in situ, the others probably not so, but the fauna was still scanty. *Climate moderately severe; depth as before?*;

— at the level of the sample No. VIII *Turritella* is already frequent, being the most characteristic fossil of the deposit. *Climate temperate. Maximum-depth* possibly about 25 metres (obs. *Cardium tuberculatum*). *minimum-depth* 6—10 metres (*Turritella*, *Astarte*);

— Nos. IX and X show about the same climatic and bathymetrical conditions as No. VIII and probably during a certain part of the formation of the layers represented by Nos. VIII—X that is not nearer to be fixed the *best climatic conditions on the whole* during the deposition of the Cleongart layers occurred, *Ostræa edulis*, *Cardium tuberculatum*, and *Turritella terebra* being chiefly at home here;

— then there was a change of climate, and *arctic conditions* prevailed during the deposition of the uppermost layer (Nos. XI—XII), consisting of *glacial clay* with *Yoldia lenticula* (common) &c. Land-ice or local glaciers in the immediate neighbourhood, *minimum-depth* about 40 metres;

— then a *great land-ice* extended more and more and at last covered the whole region, giving rise to the *overlying boulder-clay* that reached the considerable thickness of at least 25 metres!

At the advance of the land-ice the underlying marine layers were exposed to an immense pressure, which was the cause of the slickensides in the layers and partly also of the broken condition of a great part of the shells. The petrographical character of the different parts of the »shelly clay» does not contradict the above given figures with regard to the bathymetrical conditions. Commonly the marls are rich in mud, and the small rounded or angular stones in them may very well be supposed to have been transported by floating ice in winter from the coast-districts which have, no doubt, always been at a short distance.

As the »shelly clay» below the level of the sample No. I as well as the »Coarse sand and gravel» underneath the shelly clay (which layers I had no opportunity of seeing) have not been examined in detail by the Committee, its true character is very little known. It seems, however, probable that this undermost part of the shelly clay really has an *arctic* stamp, the more so because the underlying »coarse sand and gravel» according to Dr. ROBERTSON'S description (Report p. 16) is likely a kind of »boulder-gravel» (»morän-grus» in Swedish). Dr. ROBERTSON says about it: »This bed of coarse sand and gravel was 3 feet 10 inches thick, very hard; — —. The clay (!) consisted of — mud, 28 per cent.; gravel, 72

per cent.» On the other hand the relation between mud and gravel (+ sand) from the »shelly clay» at Cleongart is very different from that of the coarse sand and gravel, namely, according to Dr. ROBERTSON (l. c., p. 15) in the one sample — mud, 83 per cent.; sand 6 per cent.; gravel, 11 per cent., in the other — mud, 95 per cent.; sand, 2 per cent.; gravel, 3 per cent. If the coarse sand and gravel had been a veritable *shore- or river-deposit*, one might have expected not to find any *mud* in it, which is on the other hand a characteristic of a *bottom-moraine*. In this layer (»coarse sand and gravel») no shell fragments were visible (Report p. 5).

If the interpretation of the formation of the coarse sand and gravel is correct, a glaciation of the area took place also before the deposition of the marine layers; hence it follows that those latter should be of a *true interglacial age*, being during a space of time of a veritable *temperate* character, and followed by a new glaciation (see further on). During a part of this interglacial epoch the district, as is shown above, was submerged probably *at least* about 100 (59 + 40) metres lower than at the present day.

ROBERTSON in his Report has already called attention to variations of colour etc. in different portions of the shell-bearing clay, and it may be of interest here to give an account of his utterances, which are to be found in the Report pages 20 and 21. He says: »By whatever means the shelly clay was laid down, it will be seen from the following Table that there had been at least three distinct changes in the deposition of the sediment.» This Table embraces the »Results of examination of Material from Deep Bore at top of Bank, south side of Cleongart Glen» that is to say at the southernmost Deep Bore (see figure 2 above), the height of surface at that place being $253 \frac{1}{3}$ feet above the level of the sea.

Of the upper bored 21 feet (= 6.9 metres) of the »shelly clay» the uppermost part, 9 feet (2.9 metres) is said to be of a light brown colour, the uppermost $3 \frac{1}{2}$ feet (1.15 metres) of the clay being »hard, and disintegrated slowly» (= the uppermost 1.2 metres of my light brown samples from the exposed surface of the section). About the next 5 feet (1.6 metres) being »less hard, and disintegrated more freely», differ in colour from my samples which are not light brown but greyish.

The next two feet (0.65 metres) beneath the previous layer are not examined by Dr. ROBERTSON. Then there follow $5 \frac{3}{4}$ feet (1.9 metres) of clay »of a dark bluish slate colour, hard and difficult to break» = including my samples Nos. VIII, VII, VI (grey marl) V and IV (boulder-clay) and III (grey marl).

The next $1 \frac{1}{2}$ feet (0.5 metres) is not examined.

Then there follows again light brown clay, »friable and easily broken» 3 feet (1 metre) in thickness, which layer, as regards the colour, does not agree with my samples [Nos. I and II(?)] at the corresponding level.

As will be seen from the above mentioned facts, there is only in

part an agreement between the colour-character of ROBERTSON'S samples and that of mine. That fact is probably due either to a different thickness of the corresponding layers at the two places, being at a distance from each other of about 174 feet (57 metres) on an average or to displacement of the layers.

This method of examination (by boring operations) is naturally not so accurate as excavations from the surface of a section. »Even with the most careful manipulation of the tubes it is almost impossible to prevent minute organisms such as Foraminifera being carried down to lower levels from overlying deposits. Again, shells might occur in a bed of clay, and yet the sample of the material brought up by the boring tube might not yield any traces of such organisms» (see Dr. ROBERTSON in Report I, page 14!).

Dr. ROBERTSON has also examined this material from different levels of the shelly clay with regard to its fossil remains, but the results are of too little interest for us to give an account of them here. Foraminifera are the most common fossils met with, and all of them, except *Lagena variata* BRADY and *Nonionina scapha* FICHT. & MOLL, have been found in his »general sample» (see further on).

I shall now proceed to give an account of my examinations of the *Foraminifera* met with in the samples.

By the classification of them I have chiefly followed H. B. BRADY'S classical work: Report on the Foraminifera dredged by H. M. S. Challenger, during the years 1873—1876¹, and AXEL GOËS': A Synopsis of the arctic and Scandinavian recent marine Foraminifera hitherto discovered². From these works I have also taken nearly all the references to the geographical distribution etc., Goës' work giving good information on the occurrences of many forms in arctic seas, especially those of Spitzbergen.

In the following list the abbreviations etc. generally have not the same sense as above in the case of Mollusca. With respect to the frequency of the species the principles are as follows.

The numbers from 1 to 5 are marked by figures.

» » » 5 » 10 » » » a X.

» » » 10 » 20 » » » » XX.

» » upwards of 20 » » » » XXX.

In the column Rob(ertson)'s *general-sample*, embracing species common to his and my samples, *C.* denotes »common»; *M.C.* = »moderately common»; *R.* = »rare»; *M.R.* = »moderately rare», and *R.R.* = »very rare». (See Report of the Committee — — p. 19.) A + denotes that the species is certainly met with in ROBERTSON'S sample, but

¹ in Report on the scientific Results of — — Challenger — —. Zoology — Vol. IX. London 1884.

² in K. Sv. Vet.-Akad. Handl., Bd 25, No. 9. Stockholm 1894.

List of Foraminifera for

Sample No:	I	II	III	IV-V	VI	VII	VIII
1. * <i>Biloculina laevis</i> DEFR.	—	—	—	—	—	—	—
2. » <i>elongata</i> D'ORB.	1	5	—	—	—	xxx	xx
3. » <i>ringens</i> LAMK.	—	—	—	—	—	3	—
4. * <i>Miliolina agglutinans</i> (D'ORB.)	4	x	—	—	—	—	—
5. » <i>aubेरiana</i> (D'ORB.)	—	1	—	—	—	x	1
6. » <i>circularis</i> (BORN.)	—	x	—	—	—	3	1
7. * » <i>concaua</i> (REUSS)	2	2	—	—	—	—	—
8. * » <i>contorta</i> (D'ORB.)	2	xx	x	—	—	—	—
9. » <i>cuvieriana</i> (D'ORB.)	—	—	—	—	—	—	2
10. » <i>oblonga</i> (MONTAGU)	xx	3	—	—	2	x	xx
11. » <i>seminulum</i> (LINNÉ)	4	xx	—	—	—	4	1
12. » <i>subrotunda</i> (MONTAGU)	—	xx	—	—	—	xx	xx
13. * » <i>tricarinata</i> (D'ORB.)	—	4	—	—	—	1	—
14. * » cfr <i>undosa</i> (KARRER)	—	—	—	—	—	—	—
15. » <i>venusta</i> (KARRER)	—	—	—	—	—	2	4
16. » sp. [?] <i>tenuis</i> (CZJZEK)	—	xx	4	—	—	xxx	—
17. * <i>Cornuspira involvens</i> REUSS	—	—	—	—	—	1	—
18. * <i>Textularia agglutinans</i> D'ORB. . . .	—	x	2	—	—	—	—
19. * <i>Bulimina aculeata</i> D'ORB.	—	xx	xx	—	xx	1	—
20. » <i>elegans</i> D'ORB.	2	1	xx	—	4	x	4
21. * » <i>elegantissima</i> D'ORB.	—	1	2	—	4	2	3
22. * » <i>elongata</i> D'ORB.	—	—	—	—	1	—	—
23. * » <i>inflata Seguenza</i>	—	—	—	—	—	—	1
24. » <i>marginata</i> D'ORB.	4	xx	xxx	—	xx	—	xx
25. » cfr <i>pupoides</i> D'ORB.	1	—	1	—	—	—	—
26. * <i>Virgulina schreibersiana</i> CZJZ. . . .	1	1	3	—	—	1	—
27. * <i>Bolivina cenariensis</i> COSTA sp. . . .	—	—	1	—	—	—	—
28. * » <i>beyrichi</i> var. <i>alata</i> SEG. . . .	—	1	1	—	—	1	—
29. » <i>dilatata</i> REUSS	2	2	—	—	—	—	4
30. * » cfr <i>limbata</i> BRADY	—	—	—	—	—	—	—
31. * » <i>plicata</i> D'ORB.	—	xx	xx	—	3	x	—
32. » <i>punctata</i> D'ORB.	2	3	2	—	—	x	x
33. * » <i>robusta</i> BRADY	? x	—	—	—	—	3	—
34. <i>Cassidulina crassa</i> D'ORB. . . .	xxx	xxx	xxx	—	xxx	xxx	xx
35. » <i>laevigata</i> D'ORB. . . .	xx	xx	xxx	—	—	1	x
36. * » cfr <i>subglobosa</i> BRADY	—	1	2	—	—	—	—

Cleongart in 1897.

IX	X	XI	XII	Rob.'s "general- sample"	Found in British seas	Hor- izontal distri- bution	Bathymetric. distribution (metres)	Pela- gic species	Remarks:
—	1	—	—	—	—	—	—	—	
2	xx	—	1	M. R.	+	w.	lit. & sh. w.	—	
2	1	4	2	M. C.	+	w.	w.	—	
—	—	—	—	—	+	w.	sh.w.-(d.w.)	—	
2	8	—	—	? R.	+	S.	w?	—	
3	2	—	—	R.	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	{ "Hab. in Kilsund Norve- gico sinu profund. metr. 60-70 rara". (Goës l. c. 111).
—	—	—	—	—	?	w?	25-100	—	
—	—	—	—	R.	?	S.	sh. w.	—	{ =? <i>M. auferiana</i> (D'ORB.), ROBERTS. (See Goës l. c. p. 109).
xx	xxx	2	4	M. C.	+	w.	w.	—	
4	xx	1	2	M. C.	+	w.	w.	—	
xxx	xxx	xxx	xxx	M. R.	+	w.	sh. w. t lit.	—	
—	—	—	—	—	+	w.	w.	—	
—	1	—	—	—	—	—	—	—	
1	3	2	2	R.	?	S?	d. w.	—	
xx	xx	xx	xx	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	+	w.	14-d. w.	—	
—	—	—	—	—	+	w.	10-d. w.	—	
1	1	—	—	—	+	w.	w.	—	
xx	x	1	—	M. R.	?	S?	20-d. w.	—	
1	4	1	—	—	+	N.	w.	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	+	—	—	—	
x	x	—	—	M. C.	+	w.	w.	—	
—	—	1	—	M. C.	+	—	w.	—	
—	—	1	x	—	+	w.	20-d. w.	—	
—	—	—	—	—	+	S.	sh. w.-d. w.	—	{ Most northern locality known = Farøe Channel (BRADY l. c. p. 423).
—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3	3	2	1	R.	+	w.	sh. w.-d. w.	—	
—	1	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	x	—	+	—	—	—	
x	x	—	1	M. C.	+	w.	w.	—	{ Even found at Bergen, Norway (See BRADY, l. c. p. 421).
—	—	—	—	—	—	S.	—	—	
xxx	xx	x	xxx	M. C.	+	w.	w.	—	
1	x	—	—	+	+	w.	sh. w.-d. w.	—	
—	—	—	—	—	—	S.	—	—	

Sample No:	I	II	III	IV--V	VI	VII	VIII
37.* <i>Lagena acuticosta</i> REUSS. . . .	1	—	2	—	—	—	×
38. » <i>apiculata</i> REUSS. . . .	3	×	—	—	—	—	2
39.* » cfr <i>castrensis</i> SCHWAGER	—	—	—	—	1	1	—
40.* » <i>clavata</i> D'ORB.	—	1	1	—	—	1	2
41. » <i>distoma</i> PARK. & JONES	1	×	—	—	2	×	1
42. » <i>feildeniana</i> BRADY . .	4	—	—	—	—	—	—
43. » <i>fimbriata</i> BRADY. . . .	—	2	1	—	2	×	—
44. » <i>globosa</i> (MONT.)	2	—	—	—	—	1	2
45.* » <i>gracilis</i> WILL.	—	—	—	—	—	—	1
46. » <i>gracillima</i> (SEG.) . . .	2	—	—	—	—	?1	—
47. » <i>hexagona</i> (WILL.) . . .	—	1	2	—	—	4	2
48. » <i>lævis</i> (MONT.)	4	3	3	—	—	—	1
49.* » <i>lagenoides</i> (WILL.) . .	—	—	—	—	—	—	—
50. » <i>lineata</i> (WILL.)	—	—	3	—	—	—	—
51. » <i>lucida</i> WILL.	—	—	—	—	—	—	—
52. » <i>marginata</i> (WALK & BOYS	×	×	×	—	×	×	×
53.* » <i>orbignyana</i> (SEG.) . . .	—	—	2	—	2	—	—
54.* » <i>quadricostulata</i> REUSS	—	—	—	—	—	3	—
55. » <i>semistriata</i> WILL. . . .	—	1	—	—	—	—	1
56. » <i>squamosa</i> (MONT.) . . .	—	2	—	—	—	—	3
57. » <i>striata</i> (WALK. & BOYS)	×	×	×	—	—	×	2
58.* » <i>striatopunctata</i> PARK. & JONES	1	×	—	—	—	—	1
59. » <i>sulcata</i> (WALK. & JAC.)	1	1	×	—	1	1	×
60.* » <i>trigono-marginata</i> PARK. & JONES	—	—	—	—	—	—	—
61.* <i>Nodosaria calomorpha</i> REUSS . .	1	—	—	—	—	—	—
62. » <i>communis</i> D'ORB. . .	—	—	—	—	—	—	—
63. » <i>pauperata</i> D'ORB. . .	—	—	—	—	—	—	2
64. » <i>pyrula</i> D'ORB.	2	—	—	—	—	—	—
65. <i>Vaginulina legumen</i> (LINNÉ) . .	—	1	—	—	?1	×	—
66.* <i>Cristellaria articulata</i> REUSS. .	—	—	—	—	—	2	?1
67.* » cfr <i>crassa</i> D'ORB. . . .	1	—	—	—	—	—	—
68. » <i>crepidula</i> (FICHT. & MOLL.)	1	—	—	—	—	—	—
69. » <i>gibba</i> D'ORB.	—	—	—	—	—	1	2
70. » <i>rotulata</i> (LAMK.) . .	2	1	—	—	—	1	1
71.* <i>Polymorphina angusta</i> EGGER. .	1	2	—	—	—	—	2
72.* » <i>communis</i> D'ORB.	—	1	—	—	—	—	—
73. » <i>compressa</i> D'ORB.	1	—	2	—	1	—	×

IX	X	XI	XII	Rob.'s "gene- ral- sample"	Found in British seas	Hori- zontal distrib- ution	Bathymetric distribution (metres)	Pela- gic species	Remarks:
2	1	—	—	—	—	—	—	—	
x	x	—	—	+	+	w.	w.	—	
—	—	—	—	—	+	—	—	—	
—	2	—	—	—	+	w.	w.	—	
—	1	—	—	R.	+	w.	w.	—	
—	—	—	—	R.	+	w?	sh. w.-d. w.	—	
1	1	—	—	R.	+	—	—	—	
—	2	—	1	M. R.	+	w.	w.	—	
—	—	—	—	—	+	w.	sh. w.-d. w.	—	
4	2	—	—	M. C.	+	w.	sh. w.-d. w.	—	
—	1	—	1	M. C.	+	w.	sh. w.-d. w.	—	
—	—	1	1	M. R.	+	w.	w.	—	
1	—	—	—	—	+	w.	w.	—	
2	—	—	—	M. R.	+	S.	w.	—	{ Most northern occur- rance known = Farøe Channel (BRADY).
x	—	—	—	M. C.	+	—	—	—	
xxx	xxx	2	x	M. C.	+	w.	w.	—	
—	1	—	—	—	+	w.	w.	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	
3	—	—	—	M. R.	+	w.	w.	—	
3	2	—	—	R.	+	w.	sh. w.-d. w.	—	
x	4	1	—	M. C.	+	w.	sh. w.-d. w.	—	
—	1	—	—	—	+	w.	sh. w.-d. w.	—	
2	4	—	—	M. R.	+	w.	w.	—	
1	—	3	—	M. R.	+	—	—	—	
1	—	—	—	(?)	—	—	—	—	{ (= ? <i>N. consobrina</i> D'ORB., Rob. (See GOES, l. c. p. 72).
—	1	—	—	R.	+	w.	w.	—	
—	1	—	—	+	+	w.	w.	—	
—	—	—	—	R.	+	w?	sh. w.-d. w.	—	
—	—	—	—	+	+	w.	w.	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	1	—	—	—	—	—	—	
1	—	—	1	+	+	w.	w.	—	
1	1	—	—	M. R.	+	w.	w.	—	
1	1	—	—	+	+	w.	w.	—	
—	—	1	1	—	+	w.	sh. w.-d. w.	—	
—	—	—	—	—	+	w.	w.	—	
2	3	—	—	+	+	w.	w.	—	

Sample No:	I	II	III	IV-V	VI	VII	VIII
74. * <i>Polymorphina gibba</i> D'ORB. . .	—	—	? 1	—	—	—	—
75. * » <i>lactea</i> WALK. & JAC.	—	—	—	—	1	—	? 1
76. » <i>lanceolata</i> REUSS	—	? 1	—	—	—	—	2
77. » <i>oblonga</i> D'ORB. .	—	—	1	—	1	—	—
78. » <i>ovata</i> D'ORB. . . .	—	—	1	—	—	—	—
79. * » <i>rotundata</i> (BORN.)	1	1	1	—	—	—	1
80. » <i>sororia</i> REUSS . .	1	2	—	—	—	—	x
81. * <i>Uvigerina angulosa</i> WILL. . .	x	xx	2	—	1	4	x
82. » <i>pygmæa</i> D'ORB. . .	xx	xx	x	—	3	1	—
83. * <i>Dimorphina tuberosa</i> D'ORB. . .	—	1	—	—	—	—	—
84. * <i>Globigerina æquilateralis</i> BRADY	—	—	—	—	—	—	—
85. » <i>bulloides</i> D'ORB. . .	4	3	4	—	—	2	4
86. <i>Patellina corrugata</i> WILL. . . .	2	x	1	—	2	2	xx
87. <i>Discorbina globularis</i> (D'ORB.)	1	1	—	—	—	—	—
88. * » <i>orbicularis</i> (TERQUEM)	—	—	? 1	—	—	—	—
89. * » <i>vesicularis</i> (LAMK.) . .	—	—	—	—	—	1	—
90. * » <i>vilardeboana</i> (D'ORB.)	3	1	—	—	—	x	—
91. * <i>Truncatulina</i> cfr <i>culler</i> PARK. & JONES	—	—	—	—	—	—	—
92. » <i>lobatula</i> WALK & JAC.	xx	x	xx	—	1	xxx	xxx
93. * » <i>pygmæa</i> HANTKEN	—	—	1	—	x	1	—
94. * » <i>refulgens</i> (MONTF.)	1	3	—	—	—	—	—
95. * » <i>ungeriana</i> (D'ORB.)	—	—	—	—	—	—	—
96. * <i>Anomalina ammonoides</i> (REUSS)	—	—	—	—	—	—	—
97. * » cfr <i>grosserugosa</i> (GUMB.)	—	1	—	—	—	—	—
98. * <i>Pulvinulina</i> cfr <i>concentrica</i> PARK. & JONES	—	—	—	—	—	—	1
99. * » cfr <i>exigua</i> BRADY	—	1	2	—	—	—	—
100. » <i>karsteni</i> (REUSS)	—	1	—	—	—	—	—
101. * <i>Rotalina beccarii</i> (LINNÉ) . . .	xxx (small ex. p. p.)	xx (small ex.)	xx	—	xxx (small examp.)	xxx	xxx
102. » cfr <i>papillosa</i> BRADY . . .	—	—	—	—	—	1	—
103. <i>Nonionina depressula</i> WALK. & JAC.	xx	1	x	—	xx	xx	xxx
104. » <i>orbicularis</i> BRADY. . .	—	x	xx	—	x	xx	—
105. » cfr <i>stelligera</i> D'ORB. . .	—	—	—	—	—	1	—
106. » <i>umbilicatulula</i> (MONT.)	—	1	—	—	—	—	—
107. <i>Polystomella arctica</i> PARK. & JONES	2	—	—	—	—	—	1

IX	X	XI	XII	ROB.'s "general- sample"	Found in British seas	Hori- zontal distrib- ution	Bathymetric distribution (metres)	Pela- gic species	Remarks:
—	—	1	—	—	+	w.	sh. w.-d. w.	—	
2	2	1	—	—	+	w.	sh. w.-d. w.	—	
—	—	—	—	M. R.	+	—	—	—	
—	1	—	—	M. C.	+	w.	w.	—	
—	—	—	—	+	—	—	—	—	
—	—	—	—	—	+	—	—	—	
—	x	—	—	+	+	w.	sh. w.-d. w.	—	
3	x	—	1	—	+	w.	w.	—	
—	1	—	—	+	+	w.	w.	—	
—	—	—	—	—	?	—	—	—	
—	—	—	1	—	+	S.	—	+	
4	2	x	xx	R.	+	w.	—	+	
x	x	1	1	+	+	w.	w.	—	
—	1	—	3	R.	+	w.	sh. w.-d. w.	—	
—	—	—	1	—	+	S.	w.	—	
—	—	—	—	—	—	—	—	—	
2	—	—	4	—	?	w.	sh. w.	—	{ = ? <i>araucanad</i> ORB. (See BRADY l. c. p. 645).
—	—	—	1	—	—	—	—	—	
xx	xx	x	3	M. R.	+	w.	w.	—	Mostly small specimens.
—	—	—	—	—	?	—	—	—	
—	—	—	—	—	+	w.	90 m.-d. w.	—	
—	—	—	2	—	?	S.	50 m.-d. w.	—	
—	x	—	—	—	—	—	—	—	
—	—	—	1	—	—	S.	—	—	
—	—	—	—	—	+	S.	sh. w.-d. w.	—	
—	—	—	—	—	?	—	—	—	
xxx	xx	x	—	C.	+	N.	sh. w.-d. w.	—	{ Small examples sporad. in deeper water (BRA- DY). At all Norwegian coasts (M. Sars)?
xxxx	xxxx	xx	1	+	+	S.	lit.-100 m	—	
x	—	1	—	+	—	—	—	—	
xx	xx	x	3	M. C.	+	w.	lit.-100 m	—	
x	1	2	—	M. C.	+	N.	sh. w.-d. w.	—	
—	—	—	—	R.	+	w.	w.	—	
—	—	—	—	R.	+	w.	40 m.-d. w.	—	
—	2	—	1	R.	+	N.	sh. w.-d. w.	—	{ Southern limit = W.coast of Scotland (BRADY).

Sample No.:	I	II	III	IV-V	VI	VII	VIII
108.* <i>Polystomella crispa</i> (LINNÉ) . .	—	4	2	—	—	3	—
109. » <i>macella</i> (FICHT. & MOLL.)	xx	xx	xx	—	2	x	xxx
110. » <i>striato-punctata</i> (FICHT. & MOLL.)	xx	xx	xxx	—	x	—	xx
111. » <i>striato-punctata</i> var. <i>incerta</i> WILL.	xx	—	xxx	—	xxx	xxx	xxx
112.* » <i>subnodosa</i> (V. MÜNST.)	—	2	xx	—	xxx	xxx	?1
Sum of species:	49	63	46	0	29	53	52
Percentage of 112:	43.8	56.2	41.1	—	25.9	47.3	46.4

no information has been given as to the frequency of the species in question. With regard to the *bathymetrical* distribution the returns are usually not fixed by figures, hence in most cases the following terms will be used: *litoral* (»lit«.), that is to say between tidemarks; *shallow-water* (»sh.w.«) = depths ranging from the lower limit of the litoral region to about 200 metres, and *deep-water* (»d.w.«) = below the shallow water region. A *w.* (= widely bathymetrical distribution) denotes a distribution ranging from the litoral region to the deep-water one inclusive.

In several cases the returns as to the horizontal and (or) bathymetrical distribution are far too scanty to be taken notice of; the species in question will be marked only with a —, the same being the case with regard to some forms whose classification is not very certain.

The shells of the Foraminifera are usually in a very good preservation.

Before enlarging upon the value of the above table on the Foraminifera, a few remarks may be made with respect to the classification of some species.

— As *Miliolina* sp. I have until further notice registered a *Miliolina*, that I have not yet been able to identify. It greatly resembles *M. tenuis* CZJZEK¹ the number of the chambers visible, however, being only four and three respectively. Probably, it is the same form called by Dr. ROBERTSON *M. tenuis*, that occurs as »moderately rare» in his »general sample» (see Report, p. 19).

Curiously enough Dr. ROBERTSON mentioned in his list on Foraminifera met with in the marine deposit at Cleongart only the two follow-

¹ See BALKWILL and WRIGHT in Trans. R. Irish Acad. Sci. Vol. XXVIII, Pl. XII, fig. 3-5.

IX	X	XI	XII	Rob.'s "general- sample"	Found in British seas	Hori- zontal distri- bution	Bathymetric. distribution (metres)	Pela- gic species	Remarks:
—	—	—	—	—	+	w.	w.	—	
xx	xxx	x	—	C.	—	S.	w.	—	
x	x	x	—	C.	+	w.	w.	—	
xx	xxx	xx	xxx	—	+	N?	w?	—	
xx	3	xx	—	—	—	N?	?	—	
50	58	32	33	—	—	—	—	—	
44.6	51.8	28.6	29.5	—	—	—	—	—	

ing *Rotalina*-forms: *R. orbicularis* D'ORB., and *R. papillosa* BRADY, the former of which is said to be »a prevailing species in the deposit» (l. c., p. 20). As far as I have been able to ascertain that species is not with any certainty to be found in my samples. A few specimens of a *Rotalina*-form met with in my samples certainly resemble BRADY'S fig. 5, Pl. 107 »*R. orbicularis*? D'ORB.», but it may be questioned whether these forms are not rather to be considered only as a variety of *R. beccarii*. In several of my samples typical specimens of *R. beccarii* are usually met with in abundance, though in some of them a dwarf-form of this species is prevailing or even the only one found. Nor *R. papillosa* either has been found with any certainty. A few specimens resembling to a certain degree that species (or *R. papillosa* var. *compressiuscula* BRADY) are met with, but they may possibly more correctly be considered as only a var. of *R. Beccarii*, transition stages being found. Dr. ROBERTSON'S list and mine also differ in some other respects, Dr. Robertson's list embracing a good deal of species which are not to be seen in my table and vice versa, a circumstance that is with all probability partly due to the different levels at which our samples may have been collected, and the size of the samples partly also to a different view with regard to the classification of some species. In my series of samples there are surely too many gaps for us to get a nearer information of the very course of the changes of the fauna. The following species enumerated in Dr. ROBERTSON'S list have not been met with in my samples (»*Biloculina simplex* D'ORB.», ROBERTSON is = *B. ringens* LAM. according to BRADY l. c., p. 142):

1. *Miliolina brongniartii* D'ORB. R. (= ? *M. bicornis* W. et B., according to GOES, l. c., p. 113).
2. » *ferrussacii* (D'ORB.). R.R.

3. *Miliolina secans* (D'ORB.). R.
4. *Planispirina exigua* BRADY. R.
5. *Psammosphæra fusca* SCHULZE. R.
6. *Rhabdammina cornuta* BRADY.
7. *Lagena costata* (WILL.).
8. » *interrupta*. R (= *L. sulcata* var. *interrupta* WILL.;
BRADY, l. c., p. 463).
9. » *caudata* D'ORB. M.R.
10. » *favoso-punctata* BRADY. R.
11. » *melo* (D'ORB.). M.R.
12. » » var. R.
13. » *ovum* (EHRENB.).
14. » *williamsoni* (ALCOCK).
15. *Nodosaria lævigata* D'ORB. R.
16. » *rotundata* RSS. R.
17. » *consobrina* D'ORB.
18. » *simplex* SILV.
19. *Marginulina glabra* D'ORB. R.
20. *Cristellaria latifrons* BRADY. R.
21. » *cultrata* D'ORB. R.
22. » *arcuata* D'ORB. R.
23. *Discorbina polystomelloides* P. et J.
- (24). *Rotalina orbicularis* D'ORB. (M.R.) and (25) *R. papillosa* BRADY
(see above!)
26. *Nonionina boueana* D'ORB. M.C.

The twenty four (or twenty six) species, just mentioned, are, however, in most cases, such as are denoted as »rare» in ROBERTSON'S sample, a couple of exceptions being left, embracing forms met with as »moderately common» or »moderately rare»; nor of them either I have, curiously enough, seen any traces in my samples.

On the other hand, not less than fifty-two species are found in my samples which are not met with in ROBERTSON'S one, a few of them such as *Rotalina beccarii*, *Bolivina plicata*, and the little delicate species *Bulimina elegantissima* being »common», »moderately common» and »moderately rare» respectively in some of my samples.

The species common to Dr. ROBERTSON'S and my lists are 59 (57?) in number.

The whole number met with in my samples is 112. The geographical distribution of 83 of them is generally well known and characterised in the table, whereas the distribution of the remaining 29 species is still too little known to allow us to judge of their value with respect to the character of the samples containing them.

Of the 83 species above mentioned, 61 (or 73.5 per cent.) have a wide, 17 (or 20.5 per cent.) a southern, and 5 (or 6.0 per cent.) a northern

distribution. The first group having no special interest as far as the climatic conditions during the deposition of the different portions of the marl are concerned, they may be set aside.

The *southern* forms in some cases are limited to the levels that, according to the evidence afforded by the Mollusca, are of a more temperate character, while in other cases such forms are also met with in more northern or even arctic samples. To what extent that fact is due to a *secondary* deposition, it is not easy to say. For these small shells, that are often of an inconsiderable specific gravity, must sometimes on a much larger scale than the Mollusca and other big forms have been transported by the waves over a large space. The Foraminifera, therefore, do not by any means throw light upon this question to the same extent as the Mollusca etc. do. A couple of these southern Foraminifera, however, are of a greater interest as indicating about the same character of the different samples as the Mollusca, namely *Rotalina Beccarii* and *Polystomella macella*. The former is most frequent and attains its best dimensions in more temperate districts and at smaller depths, and in consequence the samples with a more decidedly temperate character (Nos. VIII, IX and X) contain a relatively great number of large specimens of this form, the other samples containing a smaller number of (often only) the *dwarf-form*. About the same is the case also with *Polystomella macella*.

As regards the *northern* species nearly the same remarks may be made as with respect to the southern ones.

Bathymetrically speaking, the Foraminifera give as scanty and uncertain information as regarding the climatic conditions; so I desist from discussing that question.

As will be seen, however, from the table on the Foraminifera and from that of the Mollusca, the percentage of species in the different samples upon a large scale has a tendency to be analogous. Thus the samples IV and V are destitute of molluscan shells as well as of Foraminifera. As to the immediately underlying and overlying samples (Nos. III and VI) there is in both cases a comparatively small percentage of species, and that also holds good of the two uppermost samples (Nos. XI and XII). The highest percentages as well of Mollusca as Foraminifera we find in the samples Nos. II and X.

As we have seen, the Foraminifera are of comparatively little value to give information respecting the physical-geographical conditions under which a pleistocene marine layer has been deposited. This fact, I think, may first and foremost partly be due to the circumstance that their present horizontal as well as bathymetrical distribution is still too little known in some districts where we can expect to find conditions similar to those under which certain pleistocene layers have likely been formed. In the case before us the result would, no doubt, have been more accurate, had the fauna round the Norwegian coasts been better known. While the Foraminifera

miniferan fauna in the seas of Great Britain has been in such an excellent manner examined, the reverse is namely the case with regard to the norwegian ones, especially the more northern parts of that district.

Like Dr. ROBERTSON in his »general-sample» I have also in my samples, except in Nos. IV—V, found a number of *Ostracoda*, which I had delivered to Mr. JOH. GUNNAR ANDERSSON, at Upsala, for determination. Mr. ANDERSSON, as a member of the Swedish Polar-expedition during this summer under the direction of Professor A. G. NATHORST, having been much engaged with preparations for the expedition, got but little time for the examination of my collection and at last he could only give me the following communications on the character of the Ostracodan fauna of some samples.

The faunas of the samples Nos. I and II bear a close resemblance to each other containing chiefly *widely distributed* species common also in British and Scandinavian seas. Save *Cythere mirabilis* BRADY that occurs rarely in both samples and is probably to be considered as a veritable arctic species, no arctic forms are met with at these levels of the Cleongart section.

The fauna of the sample No. VIII has about the same character as that of Nos. I and II, only one specimen of the more northern or arctic *Cytheropteron montrosiense* BRADY, CROSSKEY and ROBERTSON having been found here. The specimen, however, is possibly to be considered as in a secondary place.

In the sample No. XII that contains a relatively scanty fauna of chiefly widely distributed species also some specimens of *Cytheropteron montrosiense* are found whence the character of that sample is likely more arctic¹.

As is seen from the facts just mentioned the Ostracodan fauna seems not to contradict the results obtained from the Molluscan one.

Until we have got much better information as to the biology and morphology of the present fauna (and partly also the flora), and more especially the species which are most important as to the pleistocene geology — as in the first hand many *Mollusca* (and *Ostracoda*;) and these researches have been extended to many different districts round the atlantic coasts of Norway and in more arctic areas, we cannot be able in a more accurate manner to conclude regarding the physical-geographical conditions of older pleistocene times. Since the hydrographical conditions during the last years have been in such a large scale studied in our northern seas, that important part of the question has got a desirable illustration. At all events, however, the detailed biological examinations have to be nearly joined with detailed hydrographical ones.

¹ *Cythere mirabilis* and *Cytheropteron montrosiense* are not met with in Dr. ROBERTSON's samples from Cleongart, but the latter species is found at Tangy Glen (See Report 2, p. 14).

Then, to the Cleongart marine deposits we have, I think, every reason to apply the majority's utterance on the Clava shelly clay, that, »from the assemblage of organic remains and their mode of occurrence», »the shelly clay is *in situ*, indicating a submergence of land to the extent of» 100 metres or more. And we have still greater reason to do so I think because we cannot well suppose a layer like that of Cleongart — showing such a distinct series of different layers deposited under different climatic conditions — to have been neither transported even a short distance by an ice-sheet nor deposited »in an *extra-glacial* lake, formed — along the side of the ice-sheet¹».

Probably the marine layers are of an *interglacial* age corresponding with one of the two interglacial epochs which have, in all probability existed not only in the Alps but also in North-Europe².

The marine shelly clay at the two other localities of Kintyre are likely to be paralised with the Cleongart shelly clay though the Committee's supposition »that it (the shelly clay) may» yet »extend more or less continuously, about the same level, from one glen to another» is not probable, as I have before insisted on.

2. The marine clay at Clava, near Inverness, Scotland.

Thinking that the results arrived at with respect to the Cleongart section may to a certain extent throw light also on the above mentioned Clava section, near Inverness, I will give a short review of the more important results arrived at regarding this locality and add a few remarks to it. As we have seen in the preceding pages, there is still a divergence of opinions as to the origin of the shell-bearing clay here. I think, however, that the majority of the Committee have given good reasons for their conclusions, that the shelly clay is really *in situ*, indicating a »great submergence» of land.

— *Geographical position.* »The shell-bearing deposit at Clava occurs on the east side of the valley of the Nairn, and six miles due east of the town of Inverness.» (Report I, p. 1).

Also here digging and boring operations were made, the results of some of them being the following section at the »main pit»: —

¹ Mr. BELL's later exploration of the formation of the Clava shelly clay in a secondary way. See *Geol. Mag.* 1895, p. 354—355.

² See especially C. GORTSCHE: *Die Endmoränen und das marine Diluvium Schleswig-Holsteins.* Theil I, in *Mittheil. d. Geogr. Gesells. in Hamburg*, Bd. XIII, 1897.

1. Surface soil and sandy boulder clay 43 feet (14 metres)
2. Fine sand 20 » (6.6 »)
3. Shelly blue clay with stones in lower part 16 » (5.2 »)
4. Coarse gravel and sand 15 » (4.9 »)
5. 'Brown clay and stones' 21½ » (7.15 »)
6. Solid rock, Old red grit — —

»The accompanying section, drawn to a scale of 48 feet to an inch, shows the above result in diagram form.»

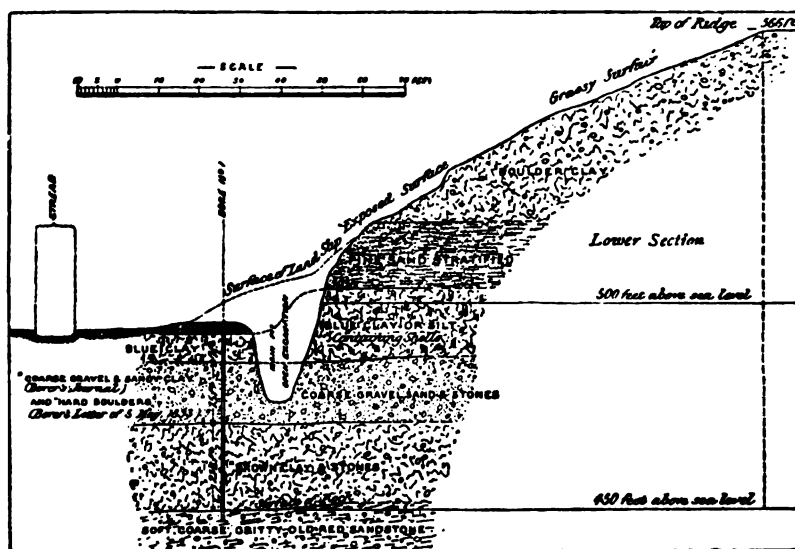


Fig. 4. — Section at 'Main Pit', Clava, to Solid Rock, (From Report 1, p. 15).

The shelly clay is described as »a tenacious clay or silt of a blue dark grey colour, save the lowest 2 feet, where the tint is brownish grey. At this lower level there is an admixture of fine gravel. The boundary line between the shelly clay and underlying gravel is clearly defined. — — There are slight traces of stratification in the blue clay. — — At a depth of 6½ or 7 feet, horizontal streaks or thin layers of sand or fine gravel occur, but not in continuous layers.»

»The upper 12 feet of blue clay is almost free from stones.» Especially near the bottom of the layer a few stones are found with marks of *balanus*, »two small stones with several nearly entire balani.» The stones met with are usually well-rounded, only a couple of them are striated.

»Shells are found throughout the whole of the blue clay — — most abundant at a depth of 2 or 3 feet from the top. Many of the shells are quite whole at all depths — — fragments of *Mytilus* rather numerous — —», the prevalent species being *Litorina litorea*.

»In the case of many of the shells the epidermis is in perfect preservation — — — some of the bivalves, such as *Astarte*, with both valves attached, showing no signs of abrasion — —» but »with both valves crushed together.»

»The absence of icemarkings on the shells is a remarkable feature, which serves to distinguish the Clava shelly clay in one particular from the shelly boulder clay of Caithness and Orkney. In the latter many of the shells are striated like the stones in the deposit» (l. c. p. 5).

The fossil remains found in this shelly clay belong for the most part to *Mollusca*, *Ostracoda* and *Foraminifera*. As the *Mollusca* are of the greatest importance for deciding the question of the physical-geographical conditions under which the layer is deposited, it will suffice to have regard only to them.

	From upper part of main section ¹	From various parts of section ("general sample") ²	Horizontal distribution (Britain a. (or) Norway)	Bathymetrical distribution (Britain a. (or) Norway)	Remarks:
				<i>Metres</i>	
1. <i>Mytilus edulis</i> L.	×	××(?)	w.	0—20	
2. <i>Leda pernula</i> MÜLL. (incl. var. <i>macilenta</i> STEENSTR.)	××(?)	××	N(a)	40—300	
3. <i>Yoldia lenticula</i> FABR. (= ? <i>Leda pygmaea</i> MÜNST.) . .	×	×	N(a)	40—600	
4. <i>Nucula tenuis</i> MONT.	×	××(?)	w.	10—280	
5. <i>Astarte elliptica</i> BROWN (= ? <i>sulcata</i> DAC.)	×	××	N.	10—100	
6. <i>Astarte banksii</i> LEACH. (= <i>compressa</i> MONT.)	—	×	N.	10—200	{ Most northern occ. = W-Norway.
7. <i>Lepton nitidum</i> TURT.	×	—	S.	20—175	
8. <i>Cardium edule</i> L.	—	{ A small fragment	w?	0—10	
9. <i>Axinus flexuosus</i> MONT.	One	—	w.	20—850	
10. <i>Tellina calcarea</i> CHEMN.	×	{ A small fragment	N(a)	0—80	
11. » <i>baltica</i> L.	×	××	w.	0—20	

¹ DR. ROBERTSON'S and Mr. BENNIE'S list (1893) embracing shells "from the uppermost 6 feet of the shelly clay".

² DR. ROBERTSON'S and Mr. FRASER'S List (1882).

	From upper part of main section	From various parts of section ("general- sample")	Horizontal distri- bution (Britain a. (or) Norway)	Bathymetrical distribution (Britain a. (or) Norway)	Remarks:
				<i>Metres</i>	
12. <i>Trophon clathratus</i> L. . . .	—	×	N(a)	10—570	Common in N. Norway; rarer and smaller to- wards South (W. Norway): (Cf. Sars, l. c., p. 248). Not known in British seas?
13. <i>Neptunca antiqua</i> L. (= <i>Fusus antiquus</i>)	{ One, young	—	S.	40—95	
14. <i>Buccinum undatum</i> L. . . .		×	N.	0—300	{ Most northern occ. = W. Nor- way.
15. <i>Natica grönlandica</i> CHEMN.	×	×	N.	40—100	
16. <i>Bela (Pleurotoma) turricula</i> MONT. (= <i>B. harpularia</i> COUTH, Sars).	×	×	N.	20—200	{ Most southern occ. = Island Lofoten. Not known in Bri- tish seas. (Cf. Sars, l. c., p. 228—229.)
17. <i>Bela (Pleurotoma) trevcllyana</i> TURT.	+	One	N.	12—190	
18. " " <i>nobilis</i> MÖLL.	+	—	N(a)	40—230	
19. <i>Litorina litorea</i> L.	×	×	N.	litoral	
20. " <i>rudis</i> MATON. . . .	×	×	w.	litoral	
21. <i>Homalogyra atomus</i> PHIL.	—	One	w.	litoral	
22. <i>Margarita (Trochus) heli- cina</i> FABR.	×	×	N.	0—40	
23. <i>Margarita (Trochus) grön- landica</i> CHEMN.	×	×	N.	0—190	

The number and parentage of species belonging to the different areas of horizontal distribution are as follows: —

	Number.	Percentage.
Species with <i>wide</i> distribution	= 7	30.4
" " <i>arctic</i> " ¹	= 5	21.8
" " <i>northern</i> "	= 9	39.1
" " <i>southern</i> "	= 2	8.7

With respect to the character of the fauna the Committee are, in the main, right in saying that »Though the fauna is not intensely Arctic, it implies colder conditions than the present» (Report, page 29). The two *southern* forms, however, (and especially *Lepton nitidum*, that is met with

¹ These species now extinct in British seas.

in »one entire and a few valves») indicate that the part of the clay which contains them has been deposited under less severe climatic conditions than the other layers, the most northern known occurrence of these two forms now-a-days being W-Norway. Probably, therefore, a difference of the character of the fauna at different levels is to be found also in the Clava section, though that difference is likely not so distinct as that of the Cleongart section with its richer temperate fauna in the layers between the samples No. VIII to X [of more than 6 feet (2 metres) in thickness].

Regarding the bathymetrical conditions under which the Clava shelly clay has been deposited, the Committee say as follows: — »The shells are chiefly shallow-water species; some might have lived at depths varying from 15 to 20 fathoms» (30 to 40 metres) »or in shallower water near the shore, but the majority are littoral forms».

According to the common definition of »shallow-water» and »littoral» (see above page 398) it is a contradiction to say that the shells are »chiefly shallow-water species» and »the majority are littoral forms», unless »the majority» has regard to the number of the individuals, the littoral *Litorina litorea* being in this case the prevalent shell». Such species as *Leda pernula* and *Natica grönlandica*, both »moderately common» and »common» respectively in the Clava clay, indicate, I think, a deposition of the clay containing them at a *minimum-depth* of about 40 metres¹. As *Litorina litorea* is said to be very common in »various parts of section» I feel inclined to favour Mr. SMITH's opinion² so far, that the clay has been formed (not in »deep water» but) *in the shallow-water region* and that littoral shells and stones have been transported by ice (and algæ) from the adjacent littoral belt and dropped at greater depths in the clay.

Before a detailed stratigraphical-palæontographical examination of the different layers has been made, one cannot decide whether alterations of the shoreline have taken place during the deposition of the shelly clay.

The highest part of the shelly clay in the »main pit» being 503½ feet (165 metres) above the level of the sea, the clay (at least partly) has probably been deposited when the district was submerged to an extent of *at least about 540 feet (177 metres)*.

The majority of the Committee are right, I think, in assuming that the clay is really *in situ*. Except the »assemblage of organic remains and their mode of occurrence» referred to above, »the proved extension of the bed» — *being at least 190 yards (187 metres)* — »and its apparently undisturbed character» point in the same direction.

Add to this that (as Mr. ROBERTSON points out, Report p. 21) »if

¹ In fully arctic districts these and some other northern forms are certainly found at lower depths, but as we in the case before us have probably not to do with such fully arctic conditions, we may take regard only to the present bathymetrical distribution in the district »Britain and (or) Norway».

² Geol. Mag., 1896, p. 498—502.

we suppose that a transportation of the deposit has been effected by ice action, it is difficult to see how — the sand overlying the shelly clay (could be) so fine and so free from stones (those found in it being not much greater than a pea), or how the different strata of the shelly clay, the sand, and overlying boulder clay could be laid down so sharply defined, the one over the other, if crushed up to their present position by ice in any form».

These other layers in the Clava section may now be briefly mentioned.

The undermost layer No. 5, that rests directly on the solid rock, is described as 'brown clay and stones', 21½ feet in thickness, and is known only from boring operations. The only organisms obtained by Mr. ROBERTSON from the sample of this deposit are some Foraminifera. »From the evidence at their disposal the Committee do not feel justified in forming a definite opinion regarding this deposit» (Report p. 14). Professor JAMES GEKIE (in his »Great Ice Age» 3 Edit.; 1894, p. 140) does »not suppose there can be much doubt that it is 'boulder-clay'». Mr. SMITH (Geol. Mag., 1896, p. 501) is of the same opinion, and I am inclined to agree with them. The occurrence of Foraminifera in it need not astonish us, this kind of fossils, as is well known, being common in the boulder-clay of many districts.

For the determination of the real age of the shelly clay it would have been of a very great interest, had the true character of the layer No. 5 been decided. In case the layer should be proved to be representative of an older glaciation, it would follow, that the shelly clay is really of an *interglacial* age.

No. 4: — Coarse gravel, sand and stones, 15 feet in thickness, of a yellowish brown colour, in some parts roughly stratified; a few of the blocks were striated, most of them rough and angular at the edges. A few *Foraminifera* were also here the only organisms met with. Mr. SMITH considers this layer to be the »basal (marine) gravel of the interglacial Period», but I hold it more likely that it is of about the same origin as the former (No. 5), that is to say probably a more sandy bottom-moraine. According to ROBERTSON a bore-sample of it contains mud, 40 per cent; sand, 30 per cent, and gravel, 30 per cent (Report p. 10), which result seems to justify its being set down as a boulder-clay. Their are at all events no reasons of any greater importance for regarding it as a shore-gravel.

The sand-layer (20 feet in thickness) over the shelly clay, according to Mr. ROBERTSON, »had much the character of blown sand» (Report p. 20). It contains a few small stones, but no organic remains have been found in it. The boundary line between the underlying shelly clay is nearly horizontal, and clearly defined, but between the sand and the overlying boulder-clay less distinct¹.

¹ Mr. SMITH's interpretation of the sand-layer as formed by "bottom-currents" and as a sand, "that was at one time filled with shells, which have been dissolved away by acidulated water", seems to be very unlikely.

In the boulder-clay too no organic remains have been found.

I shall now touch upon the most important »difficulties» objected to the opinion that the Clava shelly clay is *in situ*, partly by Messrs. BELL and KENDALL, the minority of the Committee (in Report, p. 30—32), partly also by Mr. BELL in later papers, and to a certain extent discuss that important question and illustrate it partly by my own experiences from North Germany and Denmark.

»On the one hand» the minority say, »if we conclude that it (the deposit) is really in place as part of an ancient sea-bottom, and so indicates a submergence of over 500 feet, then it is hard to account for the absence, not only of shell-beds, but of all other traces of the sea over the country generally at a similar level, and at hundreds of intermediate levels down to that of existing tides.» — — — »It seems difficult to believe that a 'second glaciation' — — could remove *all* such traces from hundreds of localities all over the country — —» and »It is also difficult to see how the 'upper boulder clay', said to have been formed by the 'second', or post-submergence, glaciation could fail to be thickly charged, in almost every locality, with remains of marine organisms derived from the miles upon miles of former sea-bed over which the ice must have passed.» Dr. JAMES GEIKIE (l. c.) has raised some objections to these opinions of the minority, pointing out that the rare occurrence of marine deposits and shells of the date in question is due to the succeeding glaciation. Dr. GEIKIE says (l. c. p. 142) »— — so long as the ice-movement continued sub-glacial erosion would be carried on, and ground-moraine would travel outwards from what are now our coast-lands. Thus, by-and-by the supply of shelly deposits at and below the level of 600 ft. would tend to become exhausted, and the boulder-clay continually passing outwards from the land would eventually contain no shells. — — The ground-moraine formed during the earlier stage, when the ice-sheet first advanced over the shelly sands and clays, must now lie beyond our coast-line. — — The shelly till of Caithness was formed under exceptional circumstances. The ice that overflowed that region reached it only after travelling continuously for a long distance across a sea-bottom. It is worthy of note, moreover, that the shells in that till become gradually less common as we recede from the east coast, suggesting, as I think, that they tended to be crusted and obliterated as the till was dragged forward.

In my opinion Dr. GEIKIE's interpretation of the conditions above mentioned is the most probable and in a simple and natural way explains the »difficulties» in question.

The rarity of traces of interglacial fossiliferous deposits is not, in fact, peculiar to Scotland and the whole of Great Britain. On the contrary, it is or — as far as certain districts are concerned — until recently has been a common feature of most previously glaciated countries. I said »has been», because in some districts as North Germany, Denmark etc.

the rarity of traces of veritable interglacial deposits is only seeming, such deposits having of late years been met with in a far greater number than one would have expected some 10 or 15 years ago. Probably, therefore, this is also the case with respect to (some districts of) Scotland etc., the very interesting locality at Cleongart having been discovered only a few years ago!

Also in North Germany and Denmark the »upper boulder-clay» in places directly overlying the interglacial veritable marine »Cyprina-clay» is commonly wanting in larger shells of Mollusca etc., while on the other hand shells of Foraminifera are often met with. Sometimes all the *calcareous shells* in the »Cyprina-clay» are dissolved, only the epidermis of the shells being left in closed cavities, which were previously taken up by the shellfragments, while the siliceous skeletons of Diatoms are in a good preservation¹. Singularly enough, the reverse is sometimes the case, as I have found by the examination of shell-bearing marine interglacial clays for e. from Hiddensö, island Rügen (see MUNTHE l. c. p. 43) and — from Cleongart (see above!).

As has been said before, a deposition of the Cleongart marine layers cannot well be supposed to have taken place in an *extra-glacial lake* and on account of the great agreement that seems to exist between the shelly clays at this locality and that of Clava I cannot but think with Mr. SMITH (l. c.) that Mr. BELL's hypothesis is not at all applicable even to the Clava deposit.

Like the Cleongart shelly clay that of Clava may also be a veritable marine deposit in situ, indicating a submergence of land to the extent of *at least* 540 feet (177 metres). If this be so the marine clay at both these localities has in all probability been formed during the same interglacial epoch during a space of which the climate was nearly as temperate as that of Scotland at the present day.

As has been proved by the examination of the Cleongart section, the climatic conditions were arctic or nearly so at the beginning and the end of that epoch. It has, without doubt, been truly remarked by Mr. BELL that »submergence, by diminishing the extent of high land and more freely admitting the ocean-currents, must have been favourable to milder climatal conditions» and not *vice versa* as Dr. GEIKIE thinks. The Cleongart section also illustrates that fact.

To what extent other parts of Great Britain too have been subject to the interglacial submergence, is, it seems, not easy to decide at present; I shall not, therefore, now enter on that question more narrowly. With many geologists I think that a good deal of the so-called »shelly

¹ See MUNTHE, in Bull. geol. Inst. Upsala, No. 5 (1896) p. 56.

² Geol. Mag. 1895 p. 278—279.

boulder-clay», «shelly till» and «shelly gravel» at different levels (as in Wales, in Ireland and partly also in Ayrshire) may in many cases really be considered as transported by an ice-sheet often from lower levels to higher. The «old sea-bottom», however, from which those shells and shelly deposits have been derived, may in many cases have been of the same age as that at Cleongart and Clava described above.



12. Ueber mechanische Störungen und chemische Umsetzungen in dem Bänderthon Schwedens

von

P. J. Holmquist.

Von den allgemeineren Thonarten Skandinaviens ist der Bänderthon (hvarfvig lera, hvarfvig mergel, Yoldialera, ishafslera), wie bekannt, die unterste und älteste. Er kommt, die Moränen- und As-bildungen überlagernd, in den unterhalb der höchsten Strandlinie des spätglacialen Meeres liegenden Theilen des Landes, also hauptsächlich in den Küstenlandschaften am Kattegat und an der Ostsee, und in einer breiten Zone quer über Südschweden in den tiefer liegenden Gegenden um die grossen Seen Mälaren, Hjelmaren, Wetteren und Wenern vor. Von diesen Gebieten streckt sich der Thon in die Thäler der umgebenden höheren Gegenden hinein.

Im westlichen Schweden ist der Thon reich an Fossilien mit arktischem Gepräge. Im östlichen Schweden hat man dagegen nur ausnahmsweise einige Fossilien gefunden¹. Der Thon ist theils kalkfrei oder kalkarm (hvarfvig lera), theils kalkreich (hvarfvig mergel). Der kalkreiche Thon ist grösstentheils an die Silurgebiete gebunden, die über das südliche Schweden zerstreut liegen. Moränenschlamm von den silurischen Kalksteinen wurde während des Zurückschreitens des Landeises von den Gletscherströmen in das glaciale Meer hinausgeführt und bildete den Mergel. Der Karbonatgehalt im Mergel nimmt mit der Entfernung von den Silurlagerungen ab².

Als ein Hauptcharakter dieses spätglacialen Thones wird seine sehr ausgeprägte eigenthümliche Schichtenconstruction (hvarfvighet) betrachtet. Durch die Untersuchungen DE GEER'S³ und HÖGBOM'S⁴ ist mit einem

¹ Vergl. A. G. NATHORST, Jordens historia, p. 1032.

² A. G. HÖGBOM, Geol. Fören:s. Förh. XIV, p. 285 und Neues Jahrb. 1894, S. 264 u. f.

³ Geol. Fören:s Förh. VII 3 u. 512.

⁴ Geol. Fören:s Förh. XI 263.

hohen Grade von Wahrscheinlichkeit dargethan worden, dass die Schichten dieses Bänderthons Jahresschichten sind.

HÖGBOM bewies diese zuerst von DE GEER aufgeworfene Ansicht durch eine nähere Untersuchung der Beschaffenheit der Schichtung und des Wechsels des Karbonatgehaltes in ein und derselben Schicht. Eine typische Jahresschicht dieses Thons hat das Aussehen, wie es das Bild 21 Taf. XVIII veranschaulicht. Die Schicht wird also durch zwei in einander verlaufende Theile von verschiedener Farbe gebildet. Zu unterst ist die Farbe gewöhnlich heller braungrau. Nach oben zu wird die Farbe dunkler, und der oberste und dunkelste Theil der Schicht stösst mit scharfer Grenze an den unteren hellen Theil der aufliegenden Jahresschicht. Diese Grenzfläche ist zuweilen sandig und mit vereinzelt kleineren Steinen versehen.

Infolge dieser gesetzmässigen Anordnung ist es auch immer leicht, in einem Handstück die Seite zu bestimmen, die nach oben gerichtet war. Bei Bestimmungen des Karbonatgehaltes auf verschiedenen Niveaus in derselben Jahresschicht fand HÖGBOM folgende Variationen:

	‰ Ca CO ₃			‰ Mg CO ₃		
	I	II	III	I	II	III
Oberer dunkler Schichttheil	14.58	18.54	19.24	2.91	2.53	2.50
Mittlere Schichttheile	17.22	21.79	25.47	2.84	2.49	2.11
	22.16	—	—	2.76	—	—
Unterer heller Schichttheil	23.17	30.22	33.06	2.37	2.21	2.36

Die helleren Schichttheile sind die kalkreicheren. Der Karbonatgehalt nimmt also in derselben Schicht von unten und nach oben ab. Der Gehalt an Magnesium-Karbonat ist dagegen ziemlich konstant. Hieraus zog HÖGBOM den Schluss, dass die helleren unteren Schichttheile sich im Frühling und Sommer abgelagert hätten, wo sich infolge der starken Flut der Glacialströme grosse Schlammassen vor der im Meere stehenden Kante des Inlandeises ausgebreitet hätten und das Meerwasser nur einen geringen Theil von dem Kalkgehalte des Sedimentes auszulösen imstande gewesen wäre. Die dunkleren Schichttheile seien dagegen im Winter und Herbst abgesetzt worden, wo die geschwächten Gletscherströme nur verhältnissmässig kleine Mengen Sediment ausgeführt, aus welchen das Meerwasser dann — vor dem Absetzen — einen oft bedeutenden Theil des Karbonatgehaltes auszulösen vermocht hätte. Da das Magnesiumkarbonat (oder richtiger das Karbonat $\left. \begin{smallmatrix} \text{Ca} \\ \text{Mg} \end{smallmatrix} \right\} 2 \text{CO}_3$) indessen viel schwerer löslich ist, als das Kalciumkarbonat, so erklärt sich der Umstand, dass der Magnesiumkarbonatgehalt in den verschiedenen Schichttheilen beinahe der gleiche ist. Ebenso wie die dunkleren Schichttheile sich bezüglich des Magnesiumgehaltes verhalten, so verhalten sich auch die karbonatarmen Thone, die in

grösserer Entfernung von den Silurgebieten, abgesetzt wurden. Während der Gehalt an Calciumkarbonat, wie schon erwähnt, mit der Entfernung von diesen Gebieten abnimmt, ist der Magnesiumgehalt dagegen ungefähr der gleiche (1—1.5 %). Der Gehalt des Thonschlammes an Kalkspath ist nämlich schon vor der Sedimentation ausgewässert worden, während aber der dolomitische Bestandtheil nur wenig ausgelaugt wurde.

Die Mächtigkeit der Jahresschichten schwankt im östlichen Schweden von 2 Mm. bis 1 Dm. und mehr. Die gewöhnlichsten Mächtigkeitsdimensionen dürften zwischen 10—50 Mm. liegen. Im westlichen Schweden dagegen sind die Jahresschichten desselben Thons bedeutend mächtiger. Nach HÖGBOM'S Meinung beruht diese Verschiedenheit auf der Verschiedenheit des Salzgehaltes des Meeres an der West- und Ostküste Schwedens während der spätglacialen Zeit. HÖGBOM bewies durch Experimente, dass sich sowohl aufgeschlammter Thon wie im Wasser aufgeschlammte feine Partikel anderer Stoffe viel schneller in einem salzhaltigen, als in einem reinen Wasser absetzen. Nach dem, was bis jetzt über den Bänderthon in Schweden bekannt ist, dürfte somit nicht zu bezweifeln sein, dass die Schichten desselben wirklich Jahresschichten sind. DE GEER betont mit Recht die Bedeutung dieser Schlussfolgerung, da es »der erste Fall ist, wo man beim Studium der Geschichte der Erde in etwas grösserem Massstabe die Länge eines geologischen Zeitabschnittes nach Jahren schätzen konnte»¹.

DE GEER hatte auch im Jahre 1884 die Möglichkeit der Aufstellung einer Chronologie für einen Theil der Quartärzeit unter Zugrundelegung der Schichtung des Glacialthones untersucht. Er fand, dass wenigstens in kleineren Gebieten dieselbe Wechselfolge in der Dicke der Schichten wiederzufinden wäre. Auch HÖGBOM betont, dass man niemals ein Auskeilen der Schichten des Glacialthons beobachtet, und dass sie deshalb eine im Verhältniss zu ihrer Mächtigkeit sehr bedeutende Ausdehnung haben müssen. Nach demselben Verfasser sind aber doch die topographischen Verhältnisse für die Reichhaltigkeit der Sedimentation bestimmend gewesen, so dass die Mächtigkeit in verschiedenen Becken derselben Gegend bedeutend variirt. Im Allgemeinen nimmt die Dicke der Schichten nach der Tiefe hin zu. Die auf einander folgenden Schichten haben gewöhnlich nahezu dieselbe Mächtigkeit.

Der Thon zeigt oft Zeichen von *nach* der Ablagerung desselben vor sich gegangenen Processen. Ein solcher von chemischer Natur ist die Bildung von steinharten, gewöhnlich platten Konkretionen mit abgerundeten Konturen. Sie bestehen zu über 50 % aus kohlensaurem Kalk. Der Rest ist Thonsubstanz. Daneben hat man, obgleich viel seltener, Konkretionen aus kieselaurer Thonerde, Manganoxydoxydul, Eisenoxydoxydul gefunden.

¹ G. DE GEER, "Om Skandinaviens geografiska utveckling efter istiden." Stockholm 1896.

A. ERDMANN erwähnt auch kegelförmige Aggregate aus Vivianit¹.

Durch Oxydationsprocesse werden die oberen Thonlager zuweilen gelblich, und durch Einflüsse der Atmosphärrillen kann auch die Schichtung bis zu einer gewissen Tiefe verwischt sein.

Mehrere Forscher haben *mechanische* Störungen der Lagen der Glacialthons erwähnt. In demjenigen Theile Schonens, der von dem jüngeren baltischen Eisstrome überschritten wurde, hat man verschiedentlich stark gefaltete, von Geschiebe und mehr oder weniger steinigem Geschiebelehm überlagerte Thone beobachtet². Diese Thone werden als fest gepackt, hart, kalkig, oft Sandschichten enthaltend, nach oben in die obere Moräne übergehend beschrieben. Unter ihnen liegen an einigen Stellen blaugraue, horizontal geschichtete Bänderthone.

Beobachtungen über gefalteten Glacialthon und Glacialsand im übrigen Schweden theils in den Kartenbeschreibungen der geologischen Landesanstalt Schwedens³, theils in den Verhandlungen des Geologischen Vereins⁴ beschrieben. Vergleiche daneben auch A. ERDMANN: »Sveriges kvartära Bildningar» 1868 und O. GUMÆLIUS: »Mellersta Sveriges glaciala bildningar». (Bih. till K. V. Akad. Handl. Bd 2 No. 9).

Betreffs der Ursachen der Faltung des Glacialthones sind die Meinungen ziemlich einig. Die Faltungserscheinungen in den fest gepackten Schonischen (intraglacialen) Thonen scheinen nunmehr allgemein als eine Folge der Druckwirkungen des jüngeren baltischen Eisstromes erklärt zu werden. Die Faltungen, die der Glacialthon in dem übrigen Schweden

¹ A. ERDMANN, Sveriges Kvartära bildningar, p. 171 (1868).

² E. ERDMANN, Geol. Fören:s Förh. Bd. I p. 210 (1873), Bd. II p. 13, 101 (1874), Bd. IV p. 222 (1878), Bd. VI p. 425 (1883).

³ Sveriges Geol. Unders. Kartbladsbeskr.

A. E. TÖRNEBOHM	Blatt "Fånö"	No. 18	1863.
D. HUMMEL	"Eriksberg"	22	1867.
E. SIDENBLADH	"Tärna"	24	1867.
D. HUMMEL	"Trosa"	52	1874.
A. G. NATHORST	"Stafrsjo"	57	1877.
"	"Gottenvik"	64	1878.
A. LINDSTRÖM	"Engelholm"	76	1880.
E. ERDMANN	"Helsingborg"	74	1881.
"	"Landskrona"	75	1881.
J. JÖNSON	"Motala"	102	1887.
G. DE GEER	"Bäckaskog"	103	1889.

⁴ Geolog. Fören:s Förh.

A. G. NATHORST	Bd. II	1875	Södermanland.
E. W. OLBERS	" II	"	Halland.
G. GELLERSTEDT	" IX	1887	Halland.
"	" XII	1890	Falun.
T. FEGRAEUS	" XII	1890	Medelpad
A. G. HÖGBOM	" XIV	1892	Upland.
G. ANDERSSON	" XVI	1894	Sollefteå.

aufweist, werden allgemein gemäss der in Schweden zuerst von O. GUMELIUS 1874 (l. c.) aufgestellten Ansicht dahin erklärt, dass die in dem glacialen Eismeer umhertreibenden Eisberge beim Aufrennen die Lager des Thones zusammengeschoben und zuweilen auch abgeschnitten haben. Hier von abweichende Ansichten sind von HUMMEL (1874) und später von HÖGBOM ausgesprochen worden. HUMMEL, der im Gebiete des Kartenblattes »Trosa« einen Wechsel von gefalteten Schichten mit ungefalteten beobachtete und seine Aufmerksamkeit hauptsächlich auf die scharfe Begrenzung zwischen diesen verschiedenen Lagern gerichtet zu haben scheint, meint, eine Erklärung sei »schwer zu finden, wenn sie nicht darin zu suchen sei, dass bei den kleineren Störungen, denen die losen Erdlager aus dem einen oder anderen Grunde unterworfen waren, ein Gleiten eines gewissen Lagers stattgefunden habe, während ein darunter liegendes Lager relativ still gelegen habe. Wenn dann eine Fortsetzung der Ablagerung mit darauf folgender Denudation sowie noch eine gleichartige Störung eingetreten sei, nach welcher die Absetzung von Thonschlamm in aller Stille fortgesetzt habe, so scheine das merkwürdige Verhältniss, dass gewisse gewundene Lamellen sowohl in der Ober- wie in der Unterkante des Lagers abgeschnitten sind, seine Erklärung zu finden. Durch den Druck der überliegenden Thonmasse sei die Zerknitterung dann natürlich immer verwickelter geworden.« HUMMEL'S Meinung ist hier nicht vollkommen klar, und er lässt es dahingestellt sein, welches die ursprüngliche, wirkende Kraft gewesen ist, allein er ist der einzige, den die vollkommen scharfen Grenzen, welche die gefalteten Thonhorizonte den unteren wie den oberen horizontalen Lagern gegenüber aufweisen, befremden, während mehrere andere Verfasser, z. B. OLBERS und G. ANDERSSON (l. c.) diesem Verhältniss nur in ihren Abbildungen Ausdruck verliehen haben.

HÖGBOM spricht (l. c.) bezüglich der geschützten Lage des Glacialthons (zwischen Urgebirgs- und Morärengrushügeln) bei Ekeby südlich von Upsala die Meinung aus, dass die Faltungen des selben *in diesem Falle* kaum durch gestrandete Eisberge verursacht sein können.

Schliesslich ist hier auch noch hervorzuheben, dass einige Verfasser, unter ihnen E. ERDMANN, *Verwerfungen* in den Thonen kurz erwähnt haben.

In der Ziegelei Ekeby, gleich südlich von Upsala, kommen sehr schöne und intensive Faltungen im Glacialthon vor, die in 10,000 m² grossen Gruben in einer Tiefe von 6 Meter unter der Erdoberfläche freigelegt sind. Bei geologischen Exkursionen von Upsala aus sind diese Erscheinungen häufig in Augenschein genommen und die Ursachen ihres Entstehens dabei oft lebhaft diskutirt worden. Hier zeigt sich der Glacialthon auch in auffälligem Grade reich an Verschiebungen nach ebenen

Flächen. Sie sind als Verwerfungen aufgefasst worden. Hierbei hat man also oft beobachtet, dass auch Verschiebungen vorkommen, die in entgegengesetzter Richtung zu den für Verwerfungen geltenden gehen, also Ueberschiebungen. Da man oft geneigt ist, die mechanischen Eigenschaften, welche der Thon als Handstück hat, mit den mechanischen Eigenschaften der Thonablagerung als solche gleichzustellen, hat das Vorkommen dieser schönen scharflinigen Verschiebungen anfangs einiges Erstaunen erregt. Aus demselben Grunde haben auch die schönen Verwerfungen im kleinen, die in den Sandlagern und Rollsteinhügeln (Ås) bei Upsala so gewöhnlich sind, Veranlassung zu lebhaften Diskussionen gegeben. Ein detaillirtes Studium dieser Erscheinungen ist jedoch bisher ausgeblieben, ob schon HÖGBOMS erfolgreiche und anregende chemische Detailuntersuchungen¹ der Schichten des Glacialthones zu einem fortgesetzten Analysiren vieler anderen Eigenthümlichkeiten dieser Ablagerung verlockten.

Hauptsächlich in der Absicht, die Faltungserscheinungen im Detail zu verfolgen und hierdurch wenn möglich einige neue Gesichtspunkte für die Beurtheilung ihrer Ursachen zu erhalten, habe ich einige Zeit auf das Studium des Bänderthons bei Ekeby und Galgbacken unweit Upsala verwandt.

Das Resultat liegt in Gestalt einer Detailkarte über die Thongruben bei Ekeby, in welcher die Streichrichtungen der Faltung genau aufgesetzt werden konnten, und einiger Profile, die so genau nach der Natur gezeichnet sind, wie der Massstab es gestattete, vor. Ausserdem habe ich Observationen über mehrere mit den Störungen im Zusammenhang stehende Erscheinungen, Ueberschiebungen, Breccienbildung u. a. m. gemacht. Diese Detailstudien haben ausserdem zur Entdeckung sekundärer Versetzungen (Auswässerungs- und Infiltrationsprocesse(?)) des Karbonatgehaltes des Thones geführt, welche zuweilen von den Dislokationen des Thons abhängig zu sein scheinen. Im Zusammenhang hiernit habe ich auch ein wenig die Erscheinungen von gleichartiger Beschaffenheit in den Thongruben nahe bei Galgbacken nördlich von Upsala studirt, wo die Auswässerungs- und Infiltrationsprocesse ganz grossartig sind, und wo der Bänderthon auch andere Verhältnisse von grossem Interesse darbietet.

Beschreibung der Erscheinungen des Glacialthones bei Ekeby und Galgbacken.

In der 6 Meter tiefen Thongrube bei Ekeby sind vier verschiedene Niveaus zu beobachten:

1) Ungeschichteter, wahrscheinlich durch Einflüsse von der Erdoberfläche verwitterter Thon von ungefähr 1.5 M. Mächtigkeit und von

¹ G. F. F. Bd. XI, 263.

einer wellig verlaufenden unteren Grenzzone, in welcher die Schichtung allmählig hervortritt. Wurzelfasern dringen in diesen Thon bis zu 1.3 Meter Tiefe ein. Der ungeschichtete Thon geht hier über in:

2) Dünngeschichteten Thon von etwa 2.5 Meter Mächtigkeit und mit 12 bis 20 Mm. mächtigen Jahresschichten. In diesem Niveau, dessen untere Grenze willkürlich festgestellt ist, werden die Jahresschichten nach unten zu¹ immer mächtiger, so dass der Uebergang geschieht zum Niveau:

3) Dickgeschichteter Thon mit 20 bis 70 Mm. mächtigen Jahresschichten und einer Gesamtmächtigkeit von ca. 2 Meter. Dieser geht nach unten sehr schnell über in:

4) Geschichteter Thon mit ungefähr 35 Mm. dicken Jahresschichten, deren Mächtigkeit unbekannt ist².

In den Thongruben bei Galgbacken beobachtete ich auch zunehmende Dickschichtigkeit nach der Tiefe zu, allein das unterste Niveau ist nicht sichtbar, was wahrscheinlich daher kommt, dass der Thon hier nur bis zu ungefähr 3 Meter Tiefe freigelegt ist. Hier befindet sich ausserdem eine sehr scharfe, gewundene, die Schichten des Thons diskordant abschneidende Kontaktlinie zwischen dem ungeschichteten und dem geschichteten Thon. Hiervon späterhin mehr.

Auffällig ist, dass die unterliegenden Thonlager bedeutend mehr wasserführend sind, als die oberen. Zu der Zeit, wo der Thon sich ablagerte, bevor er sich zum ersten Male über den Wasserspiegel erhob, müssen die obersten Lager die wasserreichsten, die unterliegenden dagegen infolge des Druckes der überliegenden Massen in grösseren Tiefen fester und wasserärmer gewesen sein. Für die Beurtheilung der Wirkungen der Faltung des Thons ist es von Bedeutung, diese Verschiedenheit festzuhalten.

Beim *Trocknen* verlieren die hellen Schichtentheile zuerst an Wassergehalt und der Thon zerfällt leicht in Stücke, die helle Flächen darbieten. Bei langsamem Trocknen kommt es jedoch vor, dass die hellgrauen ausgetrockneten Schichten eine solche Festigkeit gewinnen, dass die Stücke leichter nach den halbtrockenen dunklen Schichtentheilen zerfallen. Bei eintretendem *Frost* zieht sich der eben freigelegte Thon zusammen und bildet unzählige, nach allen Richtungen hin verlaufende Spalten, die sich nach und nach mit Eis füllen. *Zwischen diesen Spalten ist der Thon weich und behält diese Konsistenz trotz lange anhaltender und wenigstens 4—5° C. starker Kälte.* Besonders die dunklen Schichten behalten bei Temperaturen unter 0° C. in auffallendem Grade ihre Plasticität.

¹ Wie früher von HÖGBOM betont l. c.

² HÖGBOM hat in dem Bänderthon bei Ekeby mittels Bohrer eine Tiefe von 18 M. erreicht. G. F. F. Bd. XIV, S. 289.

Faltungserscheinungen.

Die schönsten und kräftigsten Faltungen kommen bei Ekeby in dem relativ dünngeschichteten Thon vor und sind in der westlichen Wand, wo die Faltungsachsen im Allgemeinen mit grossen Winkeln nach dem also freigelegten Profil ausgehen, am besten sichtbar. Die Falten haben eine sehr verschiedene Form. In den oberen Thonlagern trifft man oft sehr kräftig zusammengepresste Falten an. Oft ist jedoch auch in diesen Niveaus keine, oder nur eine schwache Undulation, zuweilen nur einige Meter von kräftig ausgebildeten Wellen, bemerkbar (s. z. B. Fig. 2, 3 und 4). In grösseren Tiefen sind nur flachere Wellen wahrgenommen worden. Umgestülpte Falten sind selten und die Umstülpung ist nur unbedeutend (s. Fig. 2). Die Faltungen sind in horizontaler Richtung im Ekebython im *grossen Ganzen* gesehen kontinuierlich zusammenhängend, im *Detail* aber wechselt die verschiedene Ausbildung der Falten bedeutend und wird häufig durch Verschiebungen nach ebenen Flächen unterbrochen. Auch in vertikaler Richtung ist die Kontinuität im grossen Ganzen deutlich, im *Detail* aber oft durch schnellen Wechsel in der Form der Falte oder durch Verschiebungen nach ebenen Flächen unterbrochen. Nicht selten geht eine Faltung sowohl nach oben wie nach unten allmählig in ungefaltete Schichten über, oder wird eine gefaltete Partie nach einer oder mehreren Richtungen von Verschiebungsflächen unterbrochen. Gewöhnlich ist das Vorkommen von gefalteten Lagern über ungestörten. *Eine Verschiebungsfläche bildet in einem solchen Falte stets die Grenze.* Recht selten werden dagegen horizontale Lager, die über gefalteten Lagern liegen, beobachtet. In solchen Fällen habe ich stets gefunden, dass *die Begrenzungsfläche eine Verschiebungsfläche ist.* Alle Beobachtungen stimmen darin überein, dass die Faltungsprocesse hier *jünger sein müssen, als die oberste Schicht des Thons.* Allein sie haben die Ablagerung auf eine recht ungleichförmige Weise getroffen.

Die Achsen der Falten sind sehr häufig gegen die Horizontalfläche geneigt, die Neigungen sind aber in der Regel sehr klein. In den am besten ausgebildeten Umbiegungen scheinen sie nahezu horizontal zu sein. Das *Streichen der Falten* variirt ebenfalls nicht unbedeutend. Wie aus der Karte ersichtlich ist, haben sie jedoch eine bestimmt ausgeprägte Hauptrichtung, die *annähernd mit der Längsrichtung des Thales zusammenfällt, dessen Boden von der Thonablagerung eingenommen wird.* In den tiefsten Theilen der Thongrube scheint die Richtung der Falten indessen unregelmässiger zu sein. Oft sind die Faltenachsen gewunden, und zuweilen durch eine vertikal stehende Verschiebungsfläche kurz abgeschnitten, als wenn sich zwei parallele Wellen in horizontaler Richtung getroffen und beim Passiren einander mehr oder weniger scharf abgeschnitten hätten. Ein solches Verhältniss ist in der nordwestlichen Ecke der Thongrube zu

beobachten, wo die Wand nahezu parallel mit einer wohlentwickelten Falte ist.

Verschiebungen nach ebenen Flächen sind im Thon bei Ekeby sehr gewöhnlich. Sie kommen meistens in den gefalteten Partien vor, werden aber auch da wahrgenommen, wo die Schichten ungestört zu sein scheinen. In diesem Falle bildet die Verschiebungsfläche einen Winkel von ungefähr 40° mit den Schichtenflächen. In dem gefalteten Thon dagegen kann dieser Winkel alle möglichen Werthe haben. Sehr oft werden Verschiebungen beobachtet, die den Schichten parallel gehen; anderseits können sie dieselben rechtwinklig oder unter mehr oder weniger schiefen Winkeln abschneiden (s. Taf. XVI u. XVII). Gegen die Horizontalfläche sind sie sehr häufig weniger als 45° geneigt, steilere Neigungen sind auch nicht selten. Ihre Ausdehnung ist sehr wechselnd. In den am schärfsten umgebogenen Falten sind zuweilen millimeterkleine Verschiebungen sichtbar, während andere eine relativ bedeutende Ausdehnung haben und einige mehrere Meter in einem Profil bemerkbar waren. Die kleinen Verschiebungen sind eben, die grösseren mehr oder weniger gebogen. Man könnte a priori erwarten, sie alle beinahe eben, oder auch ausnahmsweise cylindrisch gebogen zu finden, denn die Flächenverschiebungen von unregelmässigerer Art müssen bei der Dislokation Veranlassung zu breccienartigen Bildungen geben. Theils dürfte aber die Biegung nach der Entstehung der Verschiebung eingetreten sein, theils scheint die Bewegung längs der Dislokationsfläche immer sehr unbedeutend, selten über ein Paar Cm., gewesen zu sein. Trotz ihres stark wechselnden Verlaufes stehen diese Verschiebungen in einem deutlichen Zusammenhang mit den Faltungen. Ausser dass sie, wie schon erwähnt, in den am stärksten gefalteten Thonlagern ungleich zahlreicher vorkommen, als in den weniger gefalteten, findet man sehr häufig einen direkten Zusammenhang mit den Falten. So sind die stärksten Umbiegungen auch die an Verschiebungen reichsten. In diesem Falle gehören die Verschiebungen deutlich der letzten Phase der Faltung an. Oft ist eine lokale Faltung an einer oder mehreren Seiten von den umgebenden ungestörten oder weniger gestörten Lagern durch Verschiebungsflächen abgegrenzt. Dann sind also die beiden Dislokationen zu gleicher Zeit entstanden. Dass die Faltung aber auch zuweilen später fortfährt, sieht man bei den Fällen, wo die Verschiebungsflächen in Uebereinstimmung mit der Form der Falten stark gebogen sind, und bei denen, wo eine solche Fläche eine scharfe Grenze zwischen ungleichförmig ausgebildeten Theilen derselben Falte bildet (s. Taf. XVI Fig. 9).

Ausserdem beobachtet man sehr oft eine deutliche Parallelität zwischen dem Streichen der Verschiebungsflächen und der Falten, obschon in vielen Fällen keine solche Uebereinstimmung vorhanden ist. Im Allgemeinen sind die Falten und die Verschiebungen ihrer Bildung nach zusammengehörig und ungefähr gleichzeitig.

Breccienbildungen.

Die durch Verschiebungen und Faltungen am stärksten gestörten Partien des Thons können ein breccieartiges Aussehen haben und dürften auch mit Recht als Reibungsbreccien bezeichnet werden können. Solche finden sich von sehr verschiedener Art in einander übergehend, von den am wenigsten zerriebenen, wo die einzelnen Bruchstücke, obschon gebogen und von dem umgebenden Lager abgelöst, doch ihre Zusammengehörigkeit mit diesem zeigen, bis zu den stark zerstörten, in welchen die Thonstücke ihre Schichtung beinahe vollständig verloren haben. Breccien der letzteren Art bestehen zuweilen aus einem dunklen (kalkarmen) und ungeschichteten Thon. In glatten Schnitten zeigt sich diese Thonmasse jedoch oft aus kleinen, dunkelbraunen und grauen, sparsam mit kleinen, staubigen, hellen Flecken durchsprengten Stücken breccienartig zusammengesetzt; eine Struktur, die Zeugniß davon ablegt, welche durchgreifende mechanische (und chemische) Umwandlung dieser Thon durchgemacht hat.

Die Breccien treten theils als Schlussformen an solchen Stellen auf, wo die Störungen immer mehr an Intensität und Unregelmässigkeit zugenommen haben, und haben dann eine sehr unregelmässige Begrenzung, als Ausfüllmassen zwischen weniger stark beeinflussten Lagern; theils treten sie in Gebieten, wo die Faltung schwächer war, scharf abgegrenzt von umgebenden Lagern und dann sehr stark an gangförmige Bildungen erinnernd auf (s. Taf. XVI Fig. 2, 3, 4). Der gradweise Uebergang zwischen den beinahe strukturlosen Brecciethonen und den Breccien, die als durch einfachere Faltungs- und Verschiebungsbewegungen stark gestörte Zonen betrachtet werden können, schliesst aber jede andere Deutung, als die als Reibungsbreccien, aus.

Nicht selten haben sie eine relativ bedeutende Mächtigkeit (bis zu 1 Meter). Die grosse Brecciensäule Fig. 2 enthält in ihrem unteren Theile Partien eines braunen, geschichteten Thons mit ungefähr 40 Mm. mächtigen Jahresschichten. Da der ursprüngliche Platz dieses Thones einige Meter niedriger in der Ablagerung ist, muss er durch die Faltung, welche, wie aus der Zeichnung ersichtlich ist, hier sehr kräftig gewesen ist, von unten nach seinem jetzigen Platz hinaufgetrieben worden sein. Diese breite Brecciensäule, die auch in ihrem (im Profil sichtbaren) unteren Theile aus ziemlich horizontalen und zusammenhängenden Lagern besteht, stellt sich deshalb als ein *Horst* dar, obschon sie ganz offenbar durch Bewegungen, gebildet ist, die denen, welche bei der Horstbildung die gewöhnlichsten sein dürften, entgegengesetzt sind.

Alle die Dislokationen, welche der Thon bei Ekeby aufweist, können als verschiedene Arten von Zusammenschiebungen auf die gleiche Linie gestellt werden. Wirkliche Verwerfungen, also solche, welche eine Erweiterung der Horizontalerstreckung des Lagerkomplexes zur Folge haben,

kommen, so viel ich sehen konnte, hier nicht vor. Jedenfalls müssen sie sehr selten sein.

Flexuren im Bänderthon bei Galgbacken nördlich von Upsala. Bei Galgbacken habe ich dagegen solche negative Verschiebungen beobachtet, nämlich derartige, die man Flexuren zu nennen pflegt und die durch die Varietäten von Verwerfungen, welche sog. schleppende Lager haben, mit diesen zusammengehören. Die Erscheinung wird auf Taf. XVII, Fig. 11 wiedergegeben. Eine gleichartige, ganz besonders schön ausgebildete Verwerfung, die in dem unterliegenden schön geschichteten Sand in der Nähe der ersteren vorkommt, giebt Taf. XVII, Fig. 12 wieder. Diese Flexur hat indessen einen eigenthümlichen Verlauf. Ueber eine schwach gebogene Fläche hin ist sie theils als Flexur, theils als eine steile, sogar etwas übergestülpte Verwerfung ausgebildet und verändert sich darauf nach oben hin in eine zierliche Faltung des groben Sandes. Es ist nicht leicht, aus dieser Erscheinung Schlüsse auf die Bewegungen, denen sie ihre Entstehung verdankt, zu ziehen. Wahrscheinlich liegt hier das Resultat einer kombinierten Senkungs- (Verwerfungs-) und Ueberschiebungsbewegung vor. Die Sandschichten stürzen nämlich ungefähr 30° in westlicher Richtung nach der Upsaläebene ab und unter den Bänderthon, der ebenfalls an der oberen Kante der Kiesgrube sichtbar ist. Nach dieser Seite hin muss auch eine Senkung stattgefunden haben, während die Sandmassen vom Rollsteinhügel (Galgbacken) gleich daneben in östlicher Richtung ein Stück über die Kante der gesenkten, mit dem losen Erdlager der grossen Ebene zusammenhängenden Sand- und Thonlager am Fusse des Höhenrückens geglitten sind. Es ist vielleicht kein Zufall, dass solche kräftig ausgebildete Spuren von Senkungen hier am Rande der grossen Thonebene beobachtet werden. Ist die oben dargestellte Erklärung der Faltungen bei Ekeby richtig, nämlich dass sie auf einer Ausgleitung der Thonschichten von den Thalseiten nach dem Boden des Thaies hinab beruhen, so kann man erwarten gleichwerthige Verwerfungen, Flexuren und gleichbedeutende Erscheinungen gerade längs der Grenzen der Thäler und Ebenen gegen das höher liegende Land zu finden.

Die obere Grenze des Thones bei Galgbacken erscheint in einigen Gruben als eine sich in zwei, etwa drei Meter langen, meistens flachen Wellen unregelmässig krümmende Linie. Diese bildet eine scharfe *Grenze* nach dem darüberliegenden, im Allgemeinen über 1 Meter mächtigen *ungeschichteten* Thon, in welchem jedoch hier und da das eine oder andere kleinere Stück mit erhaltener Bandstruktur beobachtet worden ist¹. Der ungeschichtete Thon ist besonders zu unterst von bedeutend dunklerer Farbe als der unterliegende geschichtete. Einen halben Meter höher hinauf ist er etwas heller geworden, er ist aber doch im ganzen genommen von dunklerer Farbe, als der unveränderte Bänderthon, dessen regelmäs-

¹ Auf dieses Verhältniss hat Professor Högbom mich nach Beendigung meiner Untersuchungen bei Ekeby aufmerksam gemacht.

sige Struktur und scharf markierte helle Schichte den Gegensatz auf beiden Seiten der genannten Kontaktlinie ganz besonders augenfällig machen. An einer Stelle beobachtete ich eine nach einer beinahe horizontalen Verschiebungsfläche herauspringende Zunge dünnrandigen, gefalteten Thons über dem ebenfalls beinahe horizontal gelagerten Bänderthon mit dickeren Schichten. Diese gefaltete Partie schien scharf abgeschnitten von dem ungeschichteten Thon, so dass die *Abschneidung nach der Faltung* eingetroffen sein muss. Bei Ekeby *geht* der ungeschichtete Thon nach unten zu allmählig in geschichteten *über*, ein Verhältniss, das sich ungezwungen durch die Wirkung der Atmosphärien erklärt.

In demselben Profil aus der Sandgrube bei Galgbacken, wo die eben beschriebene Flexur beobachtet wurde, kommen im Glacialsand auch unregelmässig begrenzte Aushöhlungen vor, die die Schichten des Sandes scharf abschneiden. Obschon kleiner und relativ tiefer als die flachen Gruben in der obersten Schicht des Bänderthons, erinnern sie gleichwohl stark an diese und dürften wohl bezüglich ihrer Entstehung um so mehr mit ihnen gleichgestellt werden, da diese Gruben im Sande Stücke von dem Aussehen des kalkreichen Bänderthons enthalten und folglich auch wahrscheinlich gleichzeitig mit den Aushöhlungen im oberen Lager des geschichteten Thones gebildet sind.

Durch diese gleichartige Erscheinung im Sande wird die Wahrscheinlichkeit, dass die Grenze zwischen dem ungeschichteten und dem geschichteten Thon eine Witterungsgrenze sei, verneint, eine Annahme, die auch in Anbetracht des unregelmässig gebuchteten Verlaufs der Kontaktlinie und der vollständigen Abwesenheit von Uebergängen zwischen den beiden verschiedenen Thonen unbefriedigend gewesen wäre.

Auf welche Weise sind denn nun diese buchtigen Einschnitte in den Glacialthon und den Sand entstanden? Mit dem Material zur Beantwortung dieser Frage, das ich bis jetzt habe vorlegen können, ist eine entscheidende Antwort nicht zu geben. Aber da schon seit langer Zeit angenommen wird, dass die während der glacialen Zeit umherschwimmenden Eisberge die Eismeersedimente durch Aufrennen haben beeinflussen können, dürfte es nicht unangemessen sein, zu betonen, dass es wahrscheinlicher ist, dass diese Beschädigung eher die Form einer Korrasion als die einer Faltung der getroffenen Lager angenommen hat. Die nach der Tiefe zunehmende Festigkeit des kürzlich abgesetzten Thonsediments muss die Faltung tieferer Niveaus unmöglich machen, so lange der Druck nur tangentiell in den oberen Lagern ausgeübt wird. Der Effekt eines so wirkenden Druckes muss der sein, dass die oberhalb des Angriffspunktes liegenden Thonmassen, nach einer etwas nach oben¹ gerichteten Verschiebungsfläche versetzt werden. Der Thon über dieser Verschiebungsfläche wird somit aufgerissen und umgerührt, und erst nachdem der Eisberg vorbei

¹ Weil der Widerstand gegen der Verschiebung nach oben immer geringer ist.

gekommen ist, kann das Sediment allmählig wieder zur Ruhe kommen, dann ist aber die Schichtung mehr oder weniger zerstört.

Die buchtige Grenze des gebänderten Thones zu dem ungeschichteten Thon bei Galgbacken könnte sehr gut die Folge einer solchen Eiskorrasion sein.

Bei näherer Prüfung dieses eigenthümlichen Kontaktverhältnisses kommt man bald auf den Gedanken, dass diese Thone auch eine sehr verschiedene Zusammensetzung haben müssen. Der unterste Decimeter des ungeschichteten Thones hat überall eine dunkle Farbe und scheint deshalb sehr kalkarm zu sein. Ich habe eine Serie Karbonatbestimmungen des Thones in und bei dem Kontakt machen lassen.

Probe I wurde von dem hellen Theil einer Schicht bei der Kontaktlinie,

- » II von dem dunklen Thon,
- » III 0.2 Meter über der Linie,
- » IV 0.33 » » » »
- » V 0.8 » » » »

genommen.

Das Resultat der Analysen war folgendes:

	Ca CO ₃	Mg CO ₃	Analytiker
I	37.7 %	0.8 %	Kand. phil. N. Sahlbom
II	1.9 »	1.6 »	Herr C. Söderström
III	12.4 »	—	Kand. phil. N. Sahlbom
IV	16.8 »	1.4 »	Herr C. Söderström
V	13.7 »	0.9 »	Kand. phil. N. Sahlbom.

Hieraus geht hervor, dass der ungeschichtete Thon dicht oberhalb des Glacialthones dessen Kalkgehalt im Durchschnitt wahrscheinlich zwischen 15—20 % liegt, kalkarm ist, höher hinauf aber einen Kalkgehalt von 12—17 % hat.

Veränderungen der Karbonatmengen des Bänderthons.

Schon bevor ich auf die Erscheinungen des Bänderthons nördlich von Upsala aufmerksam gemacht worden war, hatte ich die Resultate von Auswässerungs- und Infiltrationsprocessen im Ekebythone beobachtet. In der an schönen Faltungsprofilen so reichen linken Wand der Ekebygrube beobachtete ich eine muldenförmige, an Verschiebungen und wechselnden Schichtenstellungen sehr reiche Faltung (s. Fig. 9, 10). Im Synklinal der flachen Schüssel, die der Thon im grossen Ganzen hier bildet, sind die Schichten stark angeschwollen und von sehr heller Farbe. Die stärk-

sten, aber auch kürzesten Anschwellungen liegen zu unterst. Nach oben sind sie ausgedehnter, aber nicht ganz so mächtig. Nach den Enden zu werden die Einlagerungen von zwei schwach gebogenen Verschiebungsflächen begrenzt und abgeschnitten und kommen nicht ausserhalb dieser vor. Sie werden jedoch daneben von mehreren kleinen Verschiebungen überquert. Prüft man diese Einlagerungen näher, so findet man, dass sie aus einem grauweissen, losen, aber verhältnissmässig trockenen, augenscheinlich sehr kalkreichen Thon bestehen. Sie sind *immer in dem hellen Theil der Jahresschicht eingelagert*, gehören aber dennoch keinem bestimmten Niveau in dieser an, da man zuweilen sehen kann, dass sie sich, mit recht scharfer Grenze gegen den normalen Thon, schräg der oberen oder unteren dunklen Schichtengrenze nähern. Die Einlagerungen setzen sich rechtwinklig gegen das Profil fort, ihre Dimensionen in dieser Richtung konnten aber nicht näher untersucht werden.

Einige Karbonatbestimmungen von verschiedenen Linsen dieses weisslichen Thones ergaben folgendes Resultat:

	% Ca CO ₃	% Mg CO ₃	$\frac{\text{Mg CO}}{100 \text{ Ca CO}_3}$
I	44.4	1.8	4.10
II	42.7	1.6	3.67

Somit ein überraschend grosser Kalkgehalt, der diese Einlagerungen auch von den kalkreichen Partien der Bänderthonschichten durch wenigstens 20 % Karbonat übertrifft.

An mehreren Stellen im Profil in der Nähe dieser kalkreichen Einlagerungen kommt dunkler, ungeschichteter Breccienthon vor (s. Fig. 9). Ein solcher, etwas höher als die meisten Kalklinsen liegender Thon wurde analysirt und ergab:

% Ca CO ₃	% Mg CO ₃	$\frac{\text{Mg CO}}{100 \text{ Ca CO}_3}$
1.8	1.6	89.3

Dieser Thon ist sonach seines ganzen Kalkgehaltes beraubt worden, mit Ausnahme des kleinen als Dolomitspat vorhandenen.

Sekundäre Kalkeinlagerungen im Bänderthon bei Galgbacken.

Von Professor HÖGBOM auf die Verhältnisse bei Galgbacken aufmerksam gemacht, habe ich auch einige Zeit darauf verwendet, diese näher zu studiren. Die Resultate der sekundären Prozesse im Thon und in den Kiesgruben zunächst dem Upsalaås sind hier ganz grossartig. An der Landstrasse hart an dem Hügel Galgbacken befinden sich Kiesgruben, in

denen ich die vorher beschriebenen Flexuren und Korrasionsaushöhlungen beobachtete. Die Lagerfolge ist hier: 1) Zu unterst geschichteter Glacial-sand mit Korrasionsaushöhlungen und Flexuren (s. Taf. XVII Fig. 12). 2) Bänderthon mit 50—70 Mm. dicken Jahresschichten. Dieser enthält bis 2 Tonnen schwere Blöcke Vängegranit und Felsit (Hälleflinta). Der Thon ist in der Mitte des Profils höchstens 2 Meter mächtig und keilt nach den Seiten aus. Nach oben geht er sehr bald in dünnrandigen Thon über, der eine Gesamtmächtigkeit von etwas weniger als 1 Meter hat und an seiner oberen Grenze stark gefaltet und korradirt ist. 3) Darüber folgt Sand und Kies mit undeutlicher Schichtung und von einer $1\frac{1}{2}$ —1 Meter wechselnden Mächtigkeit. 4) Zu oberst ist zusammengekneter Thon mit Andeutungen von Schichtung und grobe Kiesränder enthaltend sichtbar.

Die Lager fallen von dem Hügel 20—30° ab, und das Profil ist parallel der Streichung aufgenommen, wodurch die Durchschnitte der Lager somit im Allgemeinen horizontal erscheinen (s. Fig. 13). Die unteren, dickrandigen Thonlager sind nur wenig gestört und enthalten spärliche Kalklinsen von gleichartigem Aussehen wie die bei Ekeby beobachteten. Der obere dünngeschichtete Thon dagegen ist stark zerknittert und reich mit Kalklinsen von bis zu $1\frac{1}{2}$ Dm. Mächtigkeit versehen.

Eine Probe dieses kalkreichen Thones, von Herrn C. SÖDERSTRÖM analysirt, ergab folgendes Resultat:

	% Ca CO ₃	% Mg CO ₃	$\frac{\text{Mg CO}}{100 \text{ Ca CO}_3}$
Analyse No. I	37.10	1.0	2.7
» » II	37.2	1.1	3.0

Der Kalkgehalt ist sonach bedeutend, obschon nur einige Procent grösser als die kalkreichste Jahresschicht, die HÖGBOM (l. c.) hat analysiren lassen.

Fig. 13 Taf. XVII zeigt eine Partie dieser Kalkeinlagerungen. Die oberen sind, wie ersichtlich ist, stark umgebogen. Rechtwinklig gegen dieses Profil bietet die Erscheinung ein ganz anderes Aussehen dar. Die kalkreichen Einlagerungen haben in dieser Richtung sehr kleine Dimensionen und sind somit eigentlich stabförmig in der Richtung der Streichung ausgestreckt. Fig. 16 Taf. XVIII zeigt ein ausgeschnittenes parallelipipedisches Thonstück, in welchem weisse Streifen kalkreichen Thones beobachtet werden können. Fig. 17 ist eine Abbildung desselben Stückes von einer gegen die vorige rechtwinkligen Fläche. Die Einlagerungen stellen sich hier als unregelmässige Klumpen dar, welche jedoch deutlich ihre Entstehung durch zickzackförmige Zusammenfaltung eines ursprünglich mehr abgeplatteten linsenförmigen Lagers zeigen. Auch der Thon selbst erzeugt sich als stark mechanisch beeinflusst, obschon mit einer im Ganzen recht gut erhaltenen Struktur. Die oberen Flächen der dunklen Winterschichten sind fein zerfetzt, als wenn die ganze Masse des Thons nach einer Rich-

tung (der des Fallens) geflossen wäre, wobei eine fingerähnliche Verflechtung und Vermischung der verschiedenen Schichten stattgefunden hätte. Zuweilen sieht man, wie da, wo eine zusammengefaltete Kalkeinlagerung sich befindet, eine Schicht bucklig angeschwollen ist, als wenn jene der Bewegung einen grösseren Widerstand geleistet hätte als der übrige Thon.

Die Frage ist hier folgende: Hat die Verschiebung im Thon eine schon fertige Kalklinse zusammengeschoben, oder ist die Bildung der Linse durch Infiltration während der Störung selbst erfolgt, oder ist möglicherweise die Kalkeinlagerung nach den Störungen entstanden. Die letzte Möglichkeit ist wegen der Einwirkung, welche die Verschiebung offenbar auf die Einlagerung gehabt hat, unannehmbar. Andererseits scheint die Einlagerung hier ebenso wie bei Ekeby so dem mechanisch beeinflussten Thon anzugehören, dass ich am ehesten geneigt bin, diese beiden Erscheinungen mit einander in Zusammenhang zu stellen und anzunehmen, dass die Imprägnation durch die Bewegungen im Thon prädisponirt und gelenkt worden und somit gleichzeitig mit ihnen fortgegangen sind.

Ein anderes Aussehen hat das Infiltrationsphänomen in der Thongrube No. 2 von Galgbacken. Die Verhältnisse zwischen dem geschichteten und dem ungeschichteten Thon wurden auf S. 422 beschrieben. Die Lager haben ein flaches Fallen, sind aber doch imprägnirt, und die Imprägnation hat eine grosse Ausdehnung nach allen Richtungen der Schichtenfläche. Nähere Beobachtungen über diese Erscheinungen sind nicht gewonnen worden.

In der That zeigt es sich bei genauerer Untersuchung der hellen Schichten des geschichteten Upsalathones, dass sie sehr oft grössere oder kleinere Linsen oder Lager helleren (kalkreicheren) Thones enthalten, welche oft deutlich von derselben Natur sein müssen, wie die eben beschriebenen zweifellos sekundären Einlagerungen. Fig. 15 ist eine Autotypie eines Stückes geschichteten Thones aus Ekeby in halber natürlicher Grösse. Der Thon ist von Verschiebungen durchsetzt, welche nach der linken Seite hin immer zahlreicher werden, bis eine breccienartige Masse entsteht. Nach der rechten Seite hin ist der Thon ungestört, und sowohl hier als sonst finden sich zahlreiche kalkreiche Einlagerungen, theils lagerartig und theils linsenförmig oder unregelmässig verzweigt.

Die Struktur der Einlagerungen.

Die kalkreiche Masse ist in der Regel nicht homogen, sondern besteht aus einer grossen Menge schmaler Blätter von etwas verschiedener heller Farbe und somit wahrscheinlich von verschiedenem Kalkgehalt (s. Fig. 18, 19 Taf. XVIII). Die ganze Masse ist äusserst fein pulverförmig und sowohl im feuchten wie im trocknen Zustande ziemlich locker. Unter dem Mikroskop können bei starker Vergrösserung Kalkkörner als equidimensionale Körner, die keine eigene Krystallbegrenzung haben, beobachtet werden.

Zusammenfassung.

Eine Detailuntersuchung der Faltungserscheinungen im Glacialthons um Upsala hat somit folgende Resultate ergeben:

- 1) Dass die Faltung jünger ist als die oberste Schicht des Thones.
- 2) Dass im Zusammenhang mit den Faltungserscheinungen, und sie theilweise ersetzend, Verschiebungen nach ebenen Flächen vorgekommen sind. Solche mit den Schichten des ungestörten Thones parallel laufende Verschiebungen sind gewöhnlich. Zuweilen wird eine gefaltete Partie sowohl nach oben wie nach unten von Verschiebungsflächen begrenzt, die dann natürlich jünger als die Lager sind.
- 3) Im Zusammenhang mit der Faltung sind die Schichten zuweilen sekundär mit Imprägnationen von kohlensaurem Kalk versehen. Solche sekundäre Imprägnationen scheinen sehr gewöhnlich zu sein und kommen auch in weniger gestörten Schichten vor.
- 4) Die oberen Schichten des Thones sind zuweilen mit scharfer Grenze von ungeschichtetem Thon überlagert, der dicht bei dem geschichteten Thon eine kalkarme Zone von auffallend dunkler Farbe hat. Gleichartige Korrasionsaushöhlungen kommen in dem bei Galgbacken unter dem Thon hervorragenden Rollsteinsande vor, und enthalten Bruchstücke kalkimprägnirten Thones. Auch der gefaltete Thon ist auf diese Weise abgeschnitten.

Was *die Erklärung* der beobachteten Erscheinungen betrifft, so scheint die Drifttheorie sich nicht für die Faltungen bei Ekeby zu eignen. Der Thon liegt in einer 400 Meter breiten Thalmulde, mit deren 8—10 Meter hohen Seiten die Faltung im grossen Ganzen parallel geht. Die Unregelmässigkeit der Faltung in grösseren Tiefen spricht zwar für die Eisbergtheorie, aber ein solches Detail, wie das, dass zwei stehende Falten beim Herabgleiten einer auf ihnen vertikal stehenden Verwerfungsebene einander passirt haben, scheint sich eher mit der Annahme einer Zusammenschiebung aus zwei einander entgegengesetzten Richtungen vereinbaren zu lassen. Der einheitliche Verlauf der Faltung und besonders die Abwesenheit jeder Einseitigkeit im Faltensystem deuten mit Bestimmtheit darauf hin, dass der Thon hier durch Rutschung von den Thalseiten gefaltet worden ist. Dass dieser Process nicht schnell, sondern möglicherweise sehr langsam vor sich gegangen ist, erscheint durch die Vollkommenheit und Horizontalausdehnung der Faltung wahrscheinlich. Für diese Ansicht sprechen auch die Kalkimprägnationen. Diese sind theils von Verwerfungen *abgeschnitten*, theils durch solche *begrenzt* und sind da am mächtigsten, wo die Falten am kräftigsten ausgebildet sind. Sie sind somit *zu gleicher Zeit entstanden* wie die Faltung. Deshalb muss diese auch einigermassen langsam vor sich gegangen sein. Bei Galgbacken erweisen die Imprägnationen sich als älter als die Erscheinung, durch welche das oberste Lager des Glacialthones abgeschnitten wurde. Deshalb ist auch die Faltung wahr-

scheinlich älter als diese Korrasion, und daher wird man zu der Annahme gezwungen, dass alle diese Prozesse vor der Bildung des ungeschichteten Thones, der nichts anderes als *umgerührter geschichteter Thon* ist, vor sich gegangen sind. Wenn dieser ungeschichtete Thon nun, wofür grosse Wahrscheinlichkeit vorzuliegen scheint, durch Eisbergskorrasion gebildet ist, so müssen der grössere Theil der Faltung und die Kalkimprägation vor sich gegangen sein, bevor der Thon das erste Mal über die Meeresfläche gekommen ist. Bei einer Sedimentation im Wasser auf einem undulirenden Boden muss der Aufbau des Sedimentes von kleinen Partikeln in erster Reihe nur gerade stabil gewesen sein. Durch weitere Auflagerung muss das Gleichgewicht gefährdet gewesen sein, Zusammensinkungen müssen eintreten und auch Ausrutschungen nach den niedrigeren Theilen des Sedimentationsbeckens hin erfolgen, insofern die innere Friktion einer solchen Bewegung nicht hinreichend starken Widerstand zu leisten vermag. Die äusserst zahlreichen Fälle von Rutschungen nach ebenen, oft horizontalen Lagerflächen, die der Glacialthon sowohl in der Umgegend von Upsala, als in anderen Theilen Schwedens (s. OLBERS', ANDERSSONS u. m. a. oben citirte Beschreibungen und Zeichnungen) darbietet, zeigen, dass solche Verschiebungen wirklich mit grosser Leichtigkeit vor sich gegangen sind. Es verdient besonders betont zu werden, dass in den recht zahlreichen Fällen, wo die gefalteten Schichten auch nach *oben* scharf gegen horizontal gelagerten Thon abgegrenzt sind, eine Rutschung die wahrscheinlichste Ursache dafür gewesen sein muss. Denn wenn eine Korrasion von Eisbergen stattgefunden hätte, so müsste wohl zunächst auf der abgeschnittenen Partie umgerührter Thon ruhen. In Sand und Kies dürften dagegen solche Verschiebungen nicht vorkommen. Dagegen sind dort Verwerfungen (wahrscheinlich infolge von Zusammensinkungen) gewöhnlich. Man sollte erwarten, dass solche Veränderungen in der Stabilität des Sediments besonders dann Störungen verursacht hätten, als die Ablagerung zum ersten Male über die Wasserfläche kam. Hierbei musste sich ja die Belastung auf die unteren Schichten ungefähr verdoppeln. Die Faltungen bei Galgbacken müssen indessen, wie wir gesehen haben, eingetroffen sein, bevor der Thon zum ersten Mal über die Meeresfläche kam. Bei Ekeby ist diese letzte Annahme nicht nöthig. Die Faltung ist dort kräftiger und regelmässiger. Die Kalkimprägation ist jedoch dort von derselben Beschaffenheit wie bei Galgbacken. So weit die Verhältnisse gegenwärtig zu beurtheilen sind, scheint der Verlauf wahrscheinlich etwa folgender gewesen zu sein: Am Ende der Sedimentation des geschichteten Thones in der Gegend von Upsala wurde der Thon in den Thalsenkungen durch Ausrutschen von den Thalseiten gefaltet. Im Zusammenhang hiermit wurden die hellen Schichtentheile mit Kalk imprägnirt. Hierauf wurde das oberste Lager des Glacialthones abgeschnitten (durch Eisberge) und der ungeschichtete Thon gebildet (durch Umrühren des geschichteten beim Vorbeipassieren des Eisberges).

Bevor ich bei Galgbacken fand, dass die *Kalkimprägnationen* älter sein müssen, als der ungeschichtete Thon, und bevor ich das Material der Linsen mikroskopisch untersucht hatte, schien es mir, als ob ihr Dasein durch die Annahme eines metasomatischen Verlaufes erklärt werden könne. Sie waren in den am meisten gefalteten Schichtenserien am besten ausgebildet, und die Linsen wurden nach oben und unten von den dunklen Schichtentheilen und seitwärts von Verschiebungsebenen begrenzt, ohne von diesen abgeschnitten zu sein. Allein das Lösungsmittel für den Kalk und die Ursache seines Ausfällens in die gefalteten Schichten scheint mir schwer zu finden; und die Schwierigkeit nimmt zu, wenn ich zu der Annahme gezwungen werde, dass die Imprägnation stattgefunden hat, bevor der Thon das erste Mal über die Meeresfläche kam. Da es sich schliesslich gezeigt hat, dass der Kalk in den Linsen nur aus kantigen equidimensionalen Körnern ohne Krystallbegrenzung besteht, somit einem klastischen Sediment gleicht, erscheint es mir zweifelhaft, ob hier überhaupt chemische Kräfte mitgewirkt haben. Die Möglichkeit erscheint nicht ausgeschlossen, dass bei der Faltung des Thones schlammiges Wasser durch die lockeren (primär kalkreichen und weniger plastischen) Schichten hervorgepresst worden ist und hierbei die lockeren kleinen Kalkfragmente, die an anderen Stellen so zu sagen abfiltrirt worden sind, mitgeschleppt hat. Ich habe leider nicht Gelegenheit gehabt, die Struktur der Kalklinsen genauer zu untersuchen, ich habe aber doch beobachtet, dass sie sehr reich an kleinen Details ist, indem helle Ränder einander in vielen verschiedenen Graden durchweben. Der Kalkgehalt ist somit mit Sicherheit in verschiedenen Partien derselben Linse verschieden. Möglicherweise könnte ein Studium dieser Verhältnisse die Frage nach dem Verlaufe beim Ansammeln des Kalciumkarbonates lösen.

Die Hypothese der Faltung des Glacialthones durch Eisbergstrandungen steht wohl mit den Resultaten der Glacialgeologie im Einklang, aber sie ist doch unbewiesen. Im Vorliegenden hoffe ich bewiesen zu haben, dass in den hier behandelten Fällen die Annahme von Ausrutschungen von den Thalseiten besser mit der Beschaffenheit der Faltungen in Uebereinstimmung steht.

Erklärung der Tafeln.

Taf. XV. Karte der Thongrube bei Ekeby. Die den Boden der seichten Thalmulde bildende Ackererde besteht bis zu 1 Meter Tiefe aus ungeschichtetem Thon, der nach unten allmähig in geschichteten Thon übergeht. Nach Osten steht die Thalmulde mit den grösseren Thonfeldern westlich von Upsala in Verbindung. Eine Nivellierungslinie in nordsüdlicher Richtung quer über die Schlucht mit ausgesetzten Ziffern giebt die ungefähre Neigung der Thalseiten an. Die feinen parallelen Striche an der Westkante der Thongrube geben die Richtungen der hier observirten Falten an. Die punktirten Kurven geben die gegenwärtige Ausgrabung an. Zwei der ausgezeichneten Tümpelchen waren bei meinem ersten Besuch frei von Wasser und kürzlich geöffnet und zeigten das unterste Thon-niveau zwischen dem unterliegenden dünn-schichtigen und dem überliegenden dickschichtigen Thon.

Taf. XVI. Schematisirte Abbildungen des Faltungsverlaufes in der linken Wand der Thongrube. Die Fig. 2, 3, 4 u. 9 folgen einander unmittelbar von Süden nach Norden. Ueber den Profilen geht der Thon in ungeschichteten über. Die Fig. 5, 6, 7 sind von dem Boden der Grube. Fig. 8 zeigt den Unterschied zwischen Verwerfungen und Flächenverschiebungen, wie sie in dem geschichteten Thon bei Ekeby vorkommen.

Die unterbrochenen Linien bezeichnen die Verschiebungsfläche. Die feinstrichigen »Gänge« stellen den breccienartigen Thon dar. Die Parallelstruktur ist hier etwas übertrieben wiedergegeben. Man sieht in einer strukturlosen Thonmasse nur einzelne (durch die längeren Linien angegebene) Bruchstücke.

Fig. 9 giebt schematisirte Verhältnisse in der Nähe der Kalkeinlagerungen im Ekebython wieder. Das punktirte bezeichnet die Kalklinsen. Die Analyse Seite 425 ist nach Material von einer der unteren von diesen gemacht. Der schwarze Klumpen rechts ist laut Analyse Seite 425 kalkarmer Breccienthon. Eine photographische Abbildung eines Theiles desselben Gebietes zeigt

Taf. XVII.

Fig. 10. Sekundäre Kalkeinlagerungen im Bänderthon, Ekeby.

Fig. 11. Zeichnung nach einer Photographie, zeigt das Verhältniss zwischen dem geschichteten und dem ungeschichteten Thon in einer der

Thongruben bei Galgbacken. Die Gegensätze sind der Deutlichkeit wegen etwas übertrieben. Links ist die Flexur sichtbar. In der Mitte eine Gleitfläche parallel der Schichtung. Ueber dieser, von dem Boden der tiefsten Korrasionsaushöhlung aus, beginnt die auf S. 424 angeführte Analysenserie des Karbonatgehaltes des ungeschichteten Thones. Obs. die dunkle (kalkarme) Zone zunächst dem geschichteten Thon!

Fig. 12. Flexur in geschichtetem grobem Glacialsand. Die Schichten fallen von dem Rollsteinhügel (Galgbacken) ab. Links mit grobem Kies gefüllte Korrasionsaushöhlungen und Stücke kalkimprägnirten Thones.

Fig. 13. Zeichnung nach einer Photographie der Kalkimprägnationen im Thone bei Galgbacken. Der Schnee am unteren Theile des Profiles ist derselbe, der auf Fig. 12 ganz oben sichtbar ist.

Fig. 14. Abbildung der Photographie von derselben Grube wie Fig. 14. Entgegengesetzte Wand. Grenze zwischen den beiden Thonen deutlich. Die Schichten des dickschichtigen Thones sichtbar.

Taf. XVIII.

Fig. 15. Bänderthon von Ekeby, Autotypie nach der Natur in $\frac{1}{2}$ nat. Gr. Zeigt die Schichtung durch Kalkimprägnation und Verschiebungen gestört. Untere linke Hälfte sehr reich an kleinen Verschiebungen. An dem linken Rande der Figur wird eine Thonbreccie sichtbar.

Fig. 16 u. 17. Autotypie einer Thonstufe von Galgbacken. Fig. 16 ist ein Vertikalschnitt parallel der Streichung der Schicht. Fig. 17 ein Vertikalschnitt in derselben Stufe parallel dem Falle, zeigt Zusammenfaltungen der Kalklinsen.

Fig. 18 u. 19. Autotypie einer Kalklinse von Ekeby in natürlichem Massstabe. Der grössere Theil des Stückes gehört zur Kalklinse. Der feine Wechsel verschiedener heller Lagerchen zeigt die complicirte Vertheilung des Kalkgehaltes.

Fig. 20 Bänderthon von Vermland. Autotypie nach der Natur; natürliche Grösse.

Fig. 21. Typischer Bänderthon von Upland. Autotypie nach der Natur; natürliche Grösse.



13. Ueber einige Mineralverwachsungen

von

A. G. Högbom.

Während geologischer Exkursionen und gelegentlich einer für andere Zwecke vorgenommenen Durchmusterung der Mineraliensammlung des hiesigen geologischen Instituts habe ich eine Zahl Mineralverwachsungen zusammengebracht und dadurch eine kleine Sammlung hergestellt, welche viele noch nicht in der Litteratur erwähnte oder beschriebene Verwachsungen enthält, die entweder wegen ihrer Mineralkombination oder wegen ihrer Struktur bemerkenswert sind. Weil Bildungen dieser Art von den Mineraliensammlern wenig geschätzt werden und auch in den grösseren Museen nicht denselben Rangplatz einnehmen wie die oft in wissenschaftlicher Beziehung weniger interessanten Schaustücke schön ausgebildeter Krystalle, ist es nicht leicht hinreichendes Material zu bekommen, um eine durchgeführte systematische Eintheilung der Verwachsungsarten zu Stande zu bringen. So ist es mir einige Mal passiert, dass Verwachsungsstrukturen, die ich geneigt war als besondere Modalitäten der Schriftstruktur zu betrachten, durch neue Funde mit ganz anderen Strukturarten verbunden wurden, oder dass Verwachsungen, die dem äusseren Ansehen nach gleichartig sind, ganz verschiedene Genesis haben, so dass z. B. Schriftstrukturen vorkommen, wo die mit einander verwachsenen Mineralien nicht gleichzeitige Bildungen sind.

Vielleicht wird die unten gegebene Beschreibung einiger Verwachsungen, trotz ihrer Lückenhaftigkeit die Aufmerksamkeit mehr auf derartigen Bildungen richten und so zu weiteren Studien hierüber einige Anregung geben. Es scheint mir dies besonders mit Rücksicht darauf wünschenswert, dass die Mineralverwachsungen in manchen Fällen Einblicke in die Krystallisationsvorgänge gestatten, die auf andere Weise nicht leicht zu bekommen sind. Einige Schlüsse die ich im Folgenden über die Krystallisationsbedingungen, und zwar besonders über die Zeitdauer der Krystallisation grobkrySTALLINISCHER Aggregate und Verwachsungsformen, gezogen habe, stehen mit den herrschenden Anschauungen in Widerspruch, und

ich möchte vorläufig meiner Auffassung keinen anderen Werth als den einer Versuchshypothese beimessen, die durch weitere Untersuchungen zu prüfen ist. Andere Durchwachungsarten sollen beschrieben werden, von deren Genesis ich bis jetzt keine Deutung zu versuchen wage. Vielleicht wird ein reichhaltigeres und vielseitigeres Material auch für sie eine Erklärung möglich machen.

1. Orientierte Verwachsung von Quarz und Mikroklinperthit.

In den schriftstruierten Durchwachungen von Quarz und Feldspath ist gewöhnlich keine krystallographische Orientierung der Mineralien gegen-



Fig. 1. Mikroklinperthit (hell) und Quarz (dunkel). Schnitt nach der Spaltfläche *M* des Feldspaths. (Autotypie nach der Natur. Nat. Gr.).

über einander zu finden; der Quarz durchsetzt den Feldspath in ganz beliebigen Richtungen, nur dass die Quarzpartien vorwiegend parallelbestimmter Flächen des Feldspathindividuums eingeschaltet sind. Die Unabhängigkeit der beiden Mineralien von einander bezüglich ihrer krystallographischen Richtungen geht auch daraus hervor, dass inzwischen die Quarzstengel durch zwei zu einander nicht orientierte Feldspathpartien fortsetzen. In der Mineraliensammlung der Universität habe ich ein Stück angetroffen, etikettiert: »Schriftgranit, Hitterö in Norwegen«, welches schon durch sein Aussehen auffallend ist, und wegen der Orientierung des Quarzes und Feldspaths zu einander beschrieben zu werden verdient.

Die Figur 1 zeigt das Aussehen dieser Verwachsung in einem Schnitt nach der Spaltfläche *M* des Feldspaths. Die dunklen Bänder markieren Quarzlamellen, welche senkrecht auf die Spaltfläche stehen und gegen die Vertikalaxe eine Neigung von etwa 8° haben. Sie sind also nach einem steilen positiven Querdome ($80\bar{1}$) oder der Murchisonitpaltfläche des Feldspaths eingeschaltet.

Die Quarzlamellen sind alle gleich orientiert und gegenüber dem Feldspath nehmen sie eine solche krystallographische Lage ein, dass die Vertikalaxe des Quarzes senkrecht gegen die Einlagerungsfläche ($80\bar{1}$) steht. Jede Quarzlamelle kann folglich auch als eine durch die Basisflächen des Quarzes begrenzte Partie betrachtet werden, oder auch kann man das Ganze als ein Quarzindividuum ansehen mit der Basis desselben parallel orientiert eingeschalteten Feldspathlamellen. Wenn man die Berührungsflächen dieser Quarz- und Feldspathplatten untersucht, zeigen sie sich parallel der Symmetrieebene des letzteren stark gerieft, was wohl als eine Kombinationsstreifung zwischen den Pyramid- und Domaflächen des Feldspaths und ent-



Fig. 2. Schnitt parallel der Fläche *M* des Feldspaths. Etwa vierfache Vergrößerung. Quarz hell, Mikrolin grau, Albit schwarz. Die Kanten der Figur entsprechen Vertikalaxe und Klinadiagonale.

sprechende Abdrücke auf den Quarz zu deuten ist. Die Flächenausdehnung der Quarzlamellen streckt sich in einigen Fällen durch das ganze Handstück und erreicht dann etwa 0.5 Dm^2 . Manche Lamellen keilen jedoch aus oder zeigen im Querschnitt kurze Unterbrechungen, wobei die Teile oft gegen einander wie etwas verschoben sind (Vergl. Fig. 1 und 2). Es bildet dann gern der perthitisch eingelagerte Albit wie eine Brücke zwischen den so unterbrochenen Quarzpartien (Fig. 2). Der Quarz enthält zahlreiche Flüssigkeitseinschlüsse, worunter solche mit beweglicher und mit doppelter Libelle häufig zu sehen sind. Oft haben sie eine scharf ausgebildete bipyramidale Begrenzung und stehen dann mit ihrer Vertikalaxe senkrecht gegen die Ebene der Platten, so dass man schon an diesen Einschlüssen ersehen kann, wie der Quarz orientiert ist.

Der Feldspath ist ein Mikroklinperthit mit zwei Systemen von Albiteinlagerungen. Das eine bildet grössere, etwas unregelmässig verlaufende und begrenzte Partien, die im Schnitt nach *M* die Richtung und das Aussehen haben, wie sie Fig. 2 zeigt. Auf der Fläche *P* ist die Richtung noch unbestimmter, scheint jedoch eine Tendenz zu haben mit der Kante des Prismas zusammenzufallen. Diese größeren Albitpartien verbreiten sich gern, wenn sie an die Quarzlamellen stossen, oder sie füllen, wie schon erwähnt, die Unterbrechungen einer solchen Lamelle aus. Das andere System, auf Fig. 2, als feine schwarze Striche markiert, bildet flachlinsenförmige, sehr kleine Lamellen, die auf der Fläche *M* mit einem Winkel von 73° gegen die Basis, und in Schnitten nach Basis der Orthodiagonale parallel stehen. In dem Feldspath sieht man übrigens, wie oft in den Schriftgraniten, vereinzelte Quarzkörner ohne Orientierung eingestreut und spärlicher kleine, idiomorph ausgebildete Albitkörner die ebenfalls nicht zu ihrem Wirthe orientiert sind.

Es liegt demnach in diesem Stück eine orientierte Verwachsung zwischen den drei Mineralien Mikroklin, Quarz und Albit vor, wobei der Albit zwei Systeme bildet, die zwar gleiche Orientierung haben, aber verschiedenen Flächen des Mikroklin parallel sind, indem das gröbere System einer positiven Hemipyramide, das feinere einem spitzen positiven Doma gehört. Ob der Albit zum Teil sekundär ausgeschieden sein kann wage ich nicht zu entscheiden; jedenfalls habe ich keine Andeutungen davon entdecken können. Wie man sich die gleichzeitige Bildung der drei Mineralien mit der beschriebenen Durchwachsungsstruktur zu denken hat, ist auch nicht leicht zu verstehen. Mir scheint es jedoch hier, wie in einigen unten zu beschreibenden Verwachsungen, wahrscheinlicher, dass die Krystallisation sehr schnell aus einer übersättigten Lösung unter Entmischung stattgefunden habe, als dass diese Struktur während eines langsame Wachstumes von einem bestimmten Ansatzpunkt aus sich hätte bilden können.

2. Schriftgranit mit Hohlräumen an Stelle des Quarzes.

Bei einer geologischen Exkursion nach der altberühmten Mineralfundstätte Ytterby wurde durch Dr A. HAMBURG meine Aufmerksamkeit auf eine kleine Feldspathgrube der benachbarten Insel Skarpö gelenkt, wo der Schriftgranit in grossem Maasstabe ein sehr eigentümliches Verhältnis zeigt, indem der Quarz vollständig weggeführt zu sein scheint, so dass dessen Stelle durch Hohlräume vertreten ist. Da der Feldspath ganz frisch und unangegriffen ist, scheint das Fehlen des Quarzes um so räthselhafter. Man kann sich nicht leicht vorstellen, welche Reagentien dabei wirksam gewesen sein können. Obgleich auch eine mikroskopische Untersuchung keine für die Bildung dieser Hohlräume entscheidenden Verhältnisse an

den Tag gebracht hat, scheint sie doch einige bemerkenswerthe Observanda ergeben zu haben, die eine Beschreibung des Vorkommens rechtfertigen.

Dieses Pegmatitvorkommen auf Skarpö zeigt in anderer Hinsicht nichts ungewöhnliches. Es ist eine stockförmige Masse, welche einerseits von einem dioritischen Gestein, andererseits von einem stark schiefrigen Augengranit («Waxholmsgneiss») begrenzt wird. Ausser grösserer Partien von reinem Feldspath und Quarz sieht man hauptsächlich diese Mineralien in schriftgranitischer Verwachsung. In der Sohle des ziemlich unbedeutenden Bruches findet man über eine Fläche von unregelmässiger Begren-



Fig. 3. Feldspath mit schriftartigen Hohlräumen. Schnitt nach der Spaltfläche *M*. Die Vertikalaxe des Feldspaths steht in der Figur senkrecht. (Autotypie nach der Natur. Nat. Gr.).

zung und von einiger Quadratmeter Grösse den Quarz durch Hohlräume vertreten. Man kann dort auch Stücke bekommen, wo der Quarz nicht vollständig fortgeführt worden ist.

Der Feldspath ist überwiegend gitterstruierter Mikroklin. Daneben kommen aber auch Partien von selbständigem Plagioklas vor. Die Schriftstruktur, sowohl die mit Quarz als die mit Hohlräumen, findet man in den beiden Feldspathen, schöner und häufiger jedoch in dem Mikroklin. Wenn man die Wände der Hohlräume untersucht, erweisen sie sich oft als runzelig oder rau und etwas schillernd, als ob der Feldspath geätzt sei; unter dem Mikroskope an Dünnschliffen zeigt es sich jedoch, dass dieses Aussehen durch eine Bekleidung von Orthoklas hervorgerufen wird. Die Breite dieser Orthoklaszone, die zu dem Mikroklin einheitlich orientiert ist, wechselt sehr. In einigen Schnitten kann der Orthoklas den ganzen Hohlraum ausfüllen, in anderen bildet er nur einen schmalen Rand, und oft wird

er ganz vermisst. Wo Reste des Quarzes übrig geblieben sind, fehlt dieser Orthoklasrand in der Regel, aber nicht immer, zwischen dem Quarz und dem Mikroklin. Auch in den Hohlräumen des Plagioklases kommt derselbe, obwohl mit unvollständiger Ausbildung vor.

Man kann von diesem Vorkommen faustgrosse und grössere Stücke sammeln, wo gar keine Spur von Quarz zu entdecken ist. An der Grenze findet man wiederum Partien, welche Quarz reichlicher oder spärlicher enthalten. Dünnschliffe von solchen Partien zeigen, dass die Quarzkörner oder Quarzreste benachbarter Hohlräume überwiegend gleiche Orientierung haben, und der Quarz löscht undulös und besitzt auch bezüglich Frequenz und Beschaffenheit der Einschlüsse dieselben Eigenschaften wie in dem normalen Schriftgranit. Eine auffallende Eigentümlichkeit kommt jedoch diesem Hohlraum Quarz zu, indem die Quarzkörner gegen die Hohlräume hin häufig Krystallbegrenzung haben. Es kommen solche Körner vor, welche fast ringsum scharfe Ausbildung zeigen und nur an einem mehr beschränkten Fleckchen an der Wand des Hohlraums haften. Wenn die Hohlräume durch Auslösung des schon krystallisierten Quarzes entstanden wären, würde die idiomorphe Begrenzung der zurückgebliebenen Quarzreste als eine Ätzungserscheinung aufzufassen sein. Dass diese Quarzkörner spätere Krystallisationen in den Hohlräumen sein solten, ist weniger wahrscheinlich, da es in diesem Falle schwer zu verstehen wäre, wie sie in verschiedenen Hohlräumen dieselbe Orientierung hätten bekommen können, und da übrigens die Eigenschaften des Quarzes, wie schon erwähnt, mit dem primären Schriftquarz übereinstimmen.

Mit Rücksicht auf die Schwierigkeit ein Ätzmittel zu finden, welches instande wäre den Quarz auszulösen ohne den Feldspath anzugreifen, scheint die Hypothese nicht ganz unberechtigt, dass die Quarzsubstanz während der Krystallisation des Schriftgranits und vor ihrer Verfestigung weggeführt worden sei. Die idiomorphe Begrenzung des zurückgebliebenen Quarzes lässt sich auch vielleicht in dieser Weise besser erklären als durch die Annahme einer Ätzung. Die Hypothese setzt indessen voraus, dass die Vertheilung der Quarz- und der Feldspath-substanz zu schriftstruierter Verwachsung, nicht während eines allmählichen Wachstumsprocesses, sondern eher momentan und schon vor der völligen Verfestigung stattgefunden habe. Die Orthoklasbekleidung der Hohlräume ist wohl als die letzte Verfestigungsprodukt der Feldspathsubstanz aufzufassen.

3. Beryll und Mikroklinperthit in orientierter Durchwachsung.

Im geologischen Museum zu Upsala habe ich ein Stück mit dem Etikette »Beryll von Ytterby« gefunden, welches durch die Verwachsung mit Feldspath auffallend ist. Es sind im ganzen dreizehn, in der Prismazone scharf begrenzte Beryllkrystalle, die in der Weise zu dem sie ein-

schliessenden Feldspathkrystall orientiert sind, dass sie mit ihrer Basis senkrecht gegen die basische Spaltfläche des Feldspaths stehen. (Vergl. Fig. 4 und 5.) Einige der Krystalle sind ausserdem auf der Symmetrieebene des Feldspaths so orientiert, dass eine Prismafläche des Berylls dazu parallel oder senkrecht ist. Nicht alle Beryllkrystalle durchsetzen das ganze, etwa vier Centimeter dicke Spaltstück. Ein einziger Beryllkrystall ist auf andere Weise orientiert, indem er zwar mit seiner Vertikalaxe in der Symmetrieebene des Feldspaths liegt, aber den stumpfen Axenwinkel des letzteren etwa halbiert. Die Prismaflächen der Berylle sind gut ausgebildet und ganz eben mit Ausnahme eines Individuums (rechts unten, Fig. 4),



Fig. 4. Berylle im Feldspath. Schnitt nach der Spaltfläche *P* des letzteren. Die Kante zwischen *P* und *M* steht in der Figur vertikal. (Autotypie nach der Natur. Nat. Gr.).

welches skelettartig und hohl ist, so dass zwei Prismaflächen nicht zur Ausbildung gekommen sind. Das innere dieses rahmenförmigen Schnittes wird theilweise von Quarz eingenommen. Quarz kommt ausserdem im Feldspath als grössere oder kleinere Körner vor, die zum Theil schriftgranitische Orientierung haben.

Der Feldspath ist ein grob struierter Mikroklinperthit mit vorwiegend nach den Prismaflächen eingelagerten Albitlamellen. Im Schnitt nach *P* bemerkt man ausserdem eine Tendenz dieser Lamellen sich parallel der Orthodiagonale (oder den entsprechenden Flächenpaar) zu lagern. Wenn die Perthitlamellen einen Beryllkrystall treffen, verbreiten sie sich

gern auf dessen Flächen, wie das auch bei dem Quarz des perthitischen Schriftgranits gewöhnlich der Fall ist (vergl. S. 436).

Die idiomorphe Ausbildung der Beryllkrystalle macht es wahrscheinlich, dass sie schon fertig waren, als die Feldspathsubstanz noch flüssig war. Wenn man sich nun vorstellen wollte, dass diese durch allmähliche Krystallisation, von einem gewissen Ansatzpunkte aus, die Berylle eingehüllt hätte, so würde man die Orientierung und Vertheilung der letzteren im Feldspath nicht leicht erklären können. Man müsste sich dann vorstellen, dass die in der krystallisierenden Flüssigkeit umherschwimmenden Berylle sich, einer nach dem anderen, in orientierter Stellung an den wachsenden Feldspathkrystalle angeheftet hätten. Nur wäre es unter dieser Voraussetzung, auffallend, dass die Beryllkrystalle, da die Bildung eines



Fig. 5. Schnitt nach der Spaltfläche *M*, den gegen *P* senkrechten Beryll und die Albitlamellen zeigend.



Fig. 6. Schnitt nach *P*, die Lage der Albitlamellen zeigend. (Vierfache Vergrößerung).

so grossen Feldspathindividuum, nach der gewöhnlichen Vorstellung, eine sehr lange Dauer gehabt haben muss, so gleichförmig im Feldspath vertheilt sind. Man könnte eher wahrscheinlich finden, dass die Berylle etwa gleichzeitig an dem wachsenden Feldspathkrystall anheften wollten, als dass sie während langer Zeit in der krystallisierenden Flüssigkeit schweben geblieben wären. Wenn dagegen die ganze Feldspathmasse sich gleichzeitig verfestigte, ist es wohl denkbar, dass die in derselben schwebenden Berylle dabei in eine mehr oder mindre gut orientierte Stellung zu dem Feldspath gelenkt werden konnten.

4. Schriftstruierte Verwachsungen zwischen Quarz und Muscovit.

Von Kimito in Finland kommen in den Sammlungen Pegmatitstücke vor, die neben grösseren Partien eines fleischrothen Albits schriftgranitisch verwachsene Quarz- und Muscovitpartien enthalten. Der Muscovit zeichnet

sich durch seine schön krümmsschalige Ausbildung aus. Wie aus der Figur 7 hervorgeht, fehlt ihm ganz an einer idiomorphen Begrenzung in der Prismazone. Die Lage der Spaltrisse im Dünnschliff wie auch das makroskopische Aussehen der Handstücke zeigt, dass die verschiedenen Muscovitstengel trotz der in jeder derselben vorhandenen Krümmung im ganzen einheitlich orientiert, oder wenigstens gruppenweise annähernd parallel sind.

Der Quarz ist gewöhnlicher, schriftgranitischer Quarz und bildet grössere einheitliche Partien, die von dem Muscovit durchwachsen sind. An der Grenze gegen den Plagioklas greift der Quarz schriftgranitisch in diesen hinein. Da, wo der Muscovit an den Feldspath grenzt, ist dieser



Fig. 7. Verwachsung von Muscovit (dunkel) und Quarz (hell). Die grosse muscovitfreie Partie oben ist Plagioklas. Die Fläche liegt ungefähr parallel der Spaltrichtung des Muscovits. (Autotypie nach der Natur. Nat. Gr.)

oft wie zerfressen von dem Muscovit oder von einem feinen granophyrischen Gemische von Muscovit und Quarz, so dass es den Anschein hat, als ob diese Mineralien dort auf Kosten des Plagioklases gebildet worden seien. Der Quarz in diesem feinstruierten Gemische ist auch gleich orientiert wie die zunächstliegenden grösseren Quarzpartien. Diese Verhältnisse deuten darauf hin, dass die schriftstruierte Verwachsung des Quarzes und Muscovits bei diesem Vorkommen eigentlich eine Art pseudomorphe Schriftstruktur ist, so dass der Muscovit eine Verdrängungspseudomorphose eines früher vorhandenen schriftstruierten Feldspaths bildet. Wahrscheinlich hat sich dabei auch Quarz mit gleicher Orientierung wie der primäre ausgeschieden. Unter dem Mikroskope zu entscheiden, wie viel von dem Quarze als primär, und wie viel als sekundär aufzufassen ist, scheint nicht

möglich. Die Menge und Grösse der Flüssigkeitseinschlüsse zeigen freilich in verschiedenen Partien grosse Unterschiede, aber scharfe Grenzen sind in dieser Hinsicht nicht da. Solche sind wohl auch nicht unbedingt zu erwarten, da die Muscovitisierung des Feldspaths weder zeitlich noch bezüglich der physikalischen Verhältnisse von dessen Bildung scharf getrennt sein dürfte.

Bei Broddbo, dem altbekannten Pegmatitvorkommen in der Nähe von Fahlun, ist auch der Muscovit bisweilen schrifgranitisch mit Quarz verwachsen. Die Strukturverhältnisse sind hier den oben beschriebenen nicht ganz ähnlich. So haben die prismatisch langesogenen Muscovitstengel hier recht gute Begrenzung, so dass die Querschnitte scharfeckige Rhomben oder Hexagonen bilden. Die Krummschaligkeit wird auch vermisst oder ist nur sehr schwach angedeutet. Der den Muscovit umschliessende Quarz hat auch eine andere Struktur, indem er überwiegend körnig ist und unter dem Mikroskope am ehesten mit dem Quarz zu vergleichen ist, welcher in kataklasstriierten grobkörnigen Graniten vorkommt. Obgleich diese Körnigkeit des Quarzes, da das Gestein starke Spuren mechanischer Druckwirkungen zeigt, als ein Kataklasthänomen betrachtet werden könnte, ist jedoch die Annahme nicht ausgeschlossen, dass der Quarz unabhängig davon körnig gewesen sei. Besonders der Umstand, dass die Begrenzungsverhältnisse gegen den Plagioklas in diesem Vorkommen von Broddbo ungefähr derselben Art sind wie die des Kimitostücks, macht es wahrscheinlich, dass auch hier eine pseudomorphe Schriftstruktur vorliegt; und die Struktur des Quarzes kann dann dadurch bedingt sein, dass der bei der Muscovitbildung abgesetzte Quarz nicht auf dem primären orientiert wurde, wie im vorigen Falle, sondern selbständige Körner bildete. (Vergleiche unten die Turmalinverwachsungen.) Neben diesen regellos körnigen Quarzindividuen kommen andere grössere und längliche Quarzpartien vor, welche unter sich gleiche Orientierung haben. Ich fasse dann diese als zu dem primären Schriftquarz gehörig auf. Die Flüssigkeitseinschlüsse kommen sowohl in den kleineren Körnern wie in diesen grösseren Partien vor, und ihre Zonen gehen oft quer durch mehrere verschieden orientierte Individuen.

Verwachsungen von der beschriebenen Art zwischen Quarz und Muscovit scheinen überhaupt nicht selten zu sein in den durch die Albit-Muscovitkombination charakterisierten Pegmatitgängen; und in der Regel ist dann die Vertheilung von Albit und Muscovit eine derartige, dass letzterer als eine pneumatolytische Pseudomorphose aufgefasst werden kann. Die relative Menge von Quarz und Muscovit in diesen schriftartigen Verwachsungen ist jedoch eine andere als in den Verwachsungen zwischen Quarz und Feldspath, in dem Quarz im jenen, Feldspath in diesen reichlicher ist. Dieses Verhältnis ist indessen daraus erklärlich, dass, wie aus der obigen Beschreibung hervorgeht, Quarz bei der Muscovitbildung aus-

geschieden wird. Diese Verwachsungen sind folglich als eine Greisenumwandlung von Schriftgranit mit theilweise erhaltener Struktur anzusehen.

5. Schriftstruierte Verwachsungen zwischen Quarz und Turmalin.

In der Litteratur habe ich nur einmal schriftgranitische Verwachsung dieser Mineralien erwähnt gefunden. Es ist ein Stück von Gelliwara, über welches BRÖGGER¹ eine kurze Beschreibung gibt. Diese Bildungen scheinen jedoch gar nicht selten zu sein. In Pegmatitgängen der Gegend



Fig. 8. Verwachsung von Turmalin (schwarz) und Quarz (grau); die weissen Partien sind Feldspath. (Autotypie nach der Natur. Nat. Gr.).

von Märsta, Upland, habe ich sie mehrmals beobachtet und in der Sammlung des geologischen Instituts zu Upsala habe ich mehrere Handstücke von verschiedenen Lokalitäten gefunden, welche derartige Verwachsungen in schöner Ausbildung zeigen.

Ein Stück, nach der Etikette von »Krokgrufvan» im Kirchspiel *Wånga* (Ostgotland), ist oben abgebildet (Fig. 8). Der grösste Theil der Turmalinpartien gehört demselben Individuum an, und die abgebildete Fläche ist annähernd parallel der Vertikalaxe des Turmalins. Man bemerkt bei dem Turmalin eine, in den verschiedenen Theilen des Stücks jedoch nicht gleich stark hervortretende, Tendenz zur idiomorphen Begrenzung in der Prismazone; auch die Längsriefung der Prismaflächen ist zuweilen zu beob-

¹ Nephelinsyenitpegmatitgänge, Zeitschr. für Kryst. XVI, S. 153, Note.

achten. Der Quarz ist nicht einheitlich sondern grobkörnig (Durchmesser der Körner 1—4 Mm.), und die Körner zeigen unter dem Mikroskope ausgeprägt sinuöse Konturen. Die Zonen der Flüssigkeitssporen lassen sich durch mehrere Körner verfolgen. Die hellen, grösseren Partien links oben und rechts auf der Figur sind Plagioklas, welcher theilweise trübe ist und winzige Muscovitblätter, Epidot- und Zoisitaggregate enthält. Die Bildung des Turmalins durch Verdrängung des Plagioklases wird möglicherweise dadurch wahrscheinlich, dass sie einander ausschliessen, und dass an ein paar Stellen Plagioklaspartien mit Turmalinstengel fortsetzen. Die kleinen weissen Flecken und Ritzen im Bild sind Mikroklin, der theils als spärliche kleine Körner und theils als Ausfüllung von Rissen in dem Turmalin und dem Quarz vorkommt.

In einer Turmalin-Quarzverwachsung von *Utö* kehren die eben beschriebenen Verhältnisse wieder, jedoch so, dass der Feldspath hier nur Mikroklin ist. Wo der Turmalin an eine Feldspathpartie grenzt, enthält er davon kleinere und grössere Körner von unregelmässiger Form aber mit derselben Orientierung wie der an den Turmalin angrenzende Mikroklin. Die Natur dieser Einschlüsse von Resten eines durch die Turmalinbildung zerfressenen Mikroklin wird hier um so deutlicher, weil diese Einschlüsse in der Regel von Quarz begleitet sind, welcher gern als Körner oder zusammenhängende Umrandung des Mikroklin zwischen diesem und dem umgebenden Turmalin ausgeschieden ist.

Nicht immer ist der Quarz in diesen Turmalinverwachsungen körnig. Ich habe ein faustgrosses Stück von »Multnagruvån« im Kirchspiel *Lerbäck*, welches nur aus Quarz und Turmalin besteht und schöne Schriftstruktur zeigt, und wo der Quarz einheitlich über grosse Partien ist, so dass die Struktur morphologisch als eine echte Schriftstruktur bezeichnet werden kann. Dieses Stück stimmt also mehr mit dem von BRÜGGER (l. c.) beschriebenen überein. Ich bin auch geneigt hier eine wirklich primäre Verwachsung der beiden Mineralien als möglich halten, und zwar besonders aus dem Grund, dass der Quarz in diesem Falle kleine, scharf ausgebildete Turmalinkrystalle (ohne Orientierung zu den schriftgranitischen Turmalinpartien) enthält, welche beweisen, dass schon während und vor der Verfestigung des Quarzes Turmalin sich bildete. Dagegen deute ich die zwei zuerst beschriebenen Vorkommen als pneumatolytische Pseudomorphosen von derselben Natur wie die Muscovitverwachsungen.

In dem hiesigen Museum findet sich ein Stück ohne angegebene Lokalität (muthmasslich stammt es jedoch aus Cornwall), an dem man sehr gut die Verdrängung des Feldspaths durch Turmalin studieren kann.

Es ist ein normaler Granophyr mit Drusenräumen, in welche Quarz- und Turmalinkrystalle hineinragen. Von diesen Drusenräumen erstrecken sich, durch ihre Farbe gut hervortretende, lappige Partien in den Granophyr hinein, in welchen der Feldspath des letzteren durch Quarz und Turmalin in der Weise verdrängt ist, dass der Turmalin als Pseudomorphose

des granophyrischen Feldspaths erscheint. Man kann unter dem Mikroskope sehr deutlich sehen, wie granophyrische Feldspathpartien theilweise durch Turmalin mit einheitlicher Orientierung substituiert worden sind. Es zeigt sich aber dabei, was ebenfalls makroskopisch zu sehen ist, dass sich auch Quarz ausgeschieden hat, indem der Turmalin quantitativ dem verdrängten Feldspath nicht entspricht, während der Quarz in den turmalinierten Partien reichlicher vorhanden ist als in dem primären Granophyr. Der neugebildete Quarz hat sich hier mit gleicher Orientierung an den primären gelagert, und man kann an der verschiedenen Menge von Interpositionen die Grenzen zwischen dem primären und dem sekundären Quarz spüren. Da nun der Quarz durch einheitliche Turmalinpartien granophyrisch durchflochten wird, so liegt hier ein schöner Fall vor, wo eine in struktureller Hinsicht echte Schriftstruktur pseudomorph ist, und wo also die Granophyrstruktur nicht als ein Beweis für gleichzeitige Krystallisation angeführt werden darf.

6. Mineralien in lamellärer Verwachsung mit Kalkspath.

In meiner Arbeit »Ueber das Nephelinsyenitgebiet auf Alnö« habe ich mehrere Verwachsungen verschiedener Mineralien beschrieben¹. Einige



Fig. 9. Ægirin, Orthoklas, Nephelin, Apatit u. a. Mineralien lamellär nach der Basis eines Kalkspathindividuums eingeschaltet. Schnitt nach R. (Autotypie nach der Natur. Nat. Gr.).

von diesen, wie die zwischen Olivin und Kalkspath, Titanomagnetit und Kalkspath, Ægirin, Feldspath und Kalkspath, Biotit und Kalkspath, sind echte Schriftverwachsungen. Andere sind auf andere Weise struiert und

¹ Geol. Fören:s Förhandl. XVII, S. 216—224.

gebaut. Unter diesen scheint besonders **eine** (l. c. S. 216 erwähnte) zu verdienen hier, zum Vergleich mit den eben beschriebenen **Verwachsungen**, etwas eingehender besprochen zu werden. Der mit dem Nephelinsyenit verbundene Kalkpegmatit von Stolpås bekommt mitunter dadurch eine besondere Struktur, dass die in dem grobkristallinen Kalkspath eingeschlossenen Mineralien in regelmässiger Weise nach der Basis der Kalkspathsindividuen eingeschaltet sind.

Eine Spaltfläche von diesem Kalkspath zeigt deshalb, wie aus Fig. 9 ersichtlich ist, ein gebändertes Aussehen, indem die eingeschlossenen Mineralien in etwa gleichen Intervallen die Fläche durchziehen. In einigen Fällen ist die Orientierung nach der Basis regelmässiger als in diesem abgebildeten Stück, gewöhnlich aber etwas unvollkommener, und man kann Uebergänge bis zu einer ganz regellosen Durchwachsung verfolgen. Die in der genannten Weise lamellär eingelagerten Mineralien sind Ægirinaugit, Orthoklas, Nephelin, Biotit, Melanit, Apatit und Schwefelkies. Unter diesen sind der Pyroxen und der Apatit am reichlichsten vorhanden; die übrigen kommen mehr unregelmässig vor; das eine oder andere kann jedoch in dem Schnitte einer Lamelle eine Strecke weit die anderen verdrängen. Der Apatit zeigt recht gute prismatische Ausbildung und kommt in allen anderen Mineralien eingeschlossen vor. Man bemerkt oft, dass die grösseren Apatitkrystalle, wenn sie frei im Kalkspath liegen, mit der Längsaxe zur Basis des letzteren orientiert sind. Der Pyroxen ist ebenfalls ziemlich idiomorph, besonders in der Prismazone, und mit seiner Vertikalaxe gewöhnlich zur Basis des Kalkspaths orientiert. Die Pyroxenkrystalle erreichen eine Grösse von 0.5—1 Cm. Sie sind von Apatit oft ganz durchspickt, so dass sie eine ausgezeichnete poikilitische Struktur zeigen. Der Melanit wurde nur einmal beobachtet; er hatte scharfe rhombdodekadratische Begrenzung. Der Nephelin entbehrt Krystallbegrenzung und er ist ganz in Spreustein umgewandelt. Der Orthoklas zeigt eine, wenn auch nicht gut ausgebildete Idiomorphie und ist, wenigstens einigemal, ebenso wie der Pyroxen und der Apatit, zu dem Kalkspath orientiert. Schriftgranitische Verwachsung mit einem angrenzenden Pyroxen wurde einmal auch beobachtet.

Der Schwefelkies und der Biotit kommen nur ganz sporadisch, aber dann als nicht unbeträchtliche Partien vor, jener ohne, dieser mit selbständiger Begrenzung. Ausser den genannten Mineralien nehmen auch Kalkspathkörner an dem Aufbau der Lamellen Theil. Sie kommen jedoch nur ausnahmsweise vor, und zwar besonders dort, wo die anderen Mineralien ganz zurücktreten. Sie zeigen keine Orientierung zu den sie umgebenden Kalkspathsindividuen. Kalkspathkörner sind übrigens auch nicht selten als Einschlüsse in dem Nephelin, Apatit und Ægirin.

Die von allen diesen Mineralien aufgebauten Lamellen sind nicht

ganz zusammenhängend¹, manchmal keilen sie aus, und nicht selten anastomosieren sie mit einander. Der die Zwischenräume der verschiedenen Lamellen ausfüllende Kalkspath ist, wenn man von diesen Lamellen abieht, übrigens ganz rein; nur ganz dicht an den Lamellen sind vereinzelte Apatite im Kalkspath wahrzunehmen, als ob sie nicht ihren rechten Platz erreicht hätten, bevor das Gestein sich verfestigte.

Ueber die Genesis dieser eigenthümlichen Verwachsungsstruktur habe ich schon früher (l. c.) die Vermuthung ausgesprochen, dass sich das ganze Kalkspathindividuum gleichzeitig verfestigt habe, und dass dabei die schon ausgeschiedenen Mineralien (hauptsächlich Apatit, Pyroxen und Granat), ebenso wie die vielleicht noch flüssige Nephelinsubstanz durch molekuläre Kräfte nach der Basis des sich bildenden Kalkspaths zu Lamellen in regelmässigen Abständen angeordnet worden seien. Nun ist es aber deutlich, dass diese Struktur mit den oben beschriebenen Verwachsungen von lamellärem Quarz und Feldspath und von Beryll mit Feldspath derartige Analogien zeigt, dass man ähnliche genetische Krystallisationsbedingungen voraussetzen darf. Die Schlüsse, die ich aus jeder dieser Verwachsungen für sich gezogen habe, müssen, wie mir scheint, dadurch an Wahrscheinlichkeit gewinnen, dass sie alle nach derselben Richtung deuten und so einander gegenseitig stützen.

7. Lamellen von körnigem Quarz einen Kalkspathkrystall durchsetzend.

In dem von A. CEDERSTRÖM² beschriebenen Ornöitgebiete auf der Insel Ornö wird das Massiv des Ornöits von feinkörnigen, durch Wechsel in Struktur und Zusammensetzung sehr schön gebänderten Gneissen umrandet. Diese Gneisse, die zum Theil ein echt granulitisches Aussehen haben, enthalten Einlagerungen von unreinem Kalkstein, welche hin und wieder als nur einige Centimeter breite Lager mit dem Gneiss wechseln. Wo diese Lager stark gefältelt sind, kann man, besonders deutlich gerade in den Umbiegungen, sehen wie die Kalksteins- und Gneiss-bänder durch einander geknetet sind, so dass sie gern als ein auf Kosten der beiden Gesteine gebildetes körniges Mineralgemisch erscheinen. Die herrschenden Mineralien dieses Gemisches sind Kalkspath, Epidot, ein hellgrüner oder fast farbloser Pyroxen und Quarz. Zu diesen gesellen sich ausserdem Körner von Schwefelkies und Graphit, welche auch in dem normalen Kalkstein vorkommen dürften. Anstatt dieses körnigen Gemisches hat sich an ein paar Stellen am östlichen Ufer der kleinen Insel Hufvudholmen eine

¹ Jedoch sind sie in dem abgebildeten Falle mehr kontinuierlich als aus der Figur 9 hervorgeht; die farblosen und schwach farbigen Mineralien, kommen nämlich bei der Reproduktion nicht, oder nur sehr undeutlich, zum Vorschein.

² Geol. Fören. Förhandl. XV, S. 103—118.

sehr eigenthümlich struierte Verwachsung der genannten Mineralien gebildet, indem grössere einheitliche Kalkspathpartien von zahlreichen subparallelen oder radiierenden Quarzlamellen durchsetzt werden. Diese Lamellensysteme können, wo sie an einander stossen, gegenseitig einander durchkreuzen, wobei die Lamellen des einen oder des anderen Systemes im Kreuzpunkte unterbrochen werden können (Fig. 10 links unten). Die Dicke der Quarzlamellen schwankt zwischen fast papierdünn bis ein und zwei Millimeter breit und ihre Flächenausdehnung kann beinahe einen Quadratdecimeter erreichen. Sie verlieren sich in angrenzenden körnigen Partien oder durchsetzen sie (oben, etwas rechts auf der Figur), oder sie stossen an die Wände des umgebenden Gneisses. Diese lamellär struierten, kalkigen Partien erreichen Faust- bis Kopfgrösse oder vielleicht et-



Fig. 10. Quarzlamellen ein Kalkspathindividuum durchsetzend. Der Kalkspath ist durch Säure ausgelöst. (Autotypie nach der Natur. Nat. Gr.).

was mehr¹. Der die Zwischenräume der Quarzlamellen einnehmende Kalkspath bildet grössere Individuen die durch ein ganzes Präparat und durch mehrere Quarzlamellen hindurch verfolgt werden können (Vergl. Fig. 11). Da die Quarzlamellen nicht parallel sind, so ist schon daraus ersichtlich, dass sie keine zu dem Kalkspath krystallographisch orientierte Lage haben.

Der Bau der Quarzlamellen geht aus dem Querschnitte Fig. 11 hervor, wo man sieht, wie jede Lamelle körnig struiert ist. In den breiteren Lamellen füllen im Querschnitt 2 bis 3 Körner die Breite aus, in den dünneren kommt gewöhnlich nur ein einziges Korn auf die ganze Breite; in diesem Falle sind die Körner auch meistens in der Ebene der Lamelle platt, so dass die Länge und Breite der Körner viel grösser als die Dicke ist. Bemerkenswerth ist die geradlinige Begrenzung sowohl der einzelnen

¹ Die Lokalität, wo diese Bildungen vorkommen, liegt eben in der Uferlinie und ist nur bei niedrigen Wasserstande gut zugänglich.

Körner als auch der ganzen Lamelle gegen den Kalkspath. Hin und wieder bemerkt man jedoch kleine Einbuchtungen in den Lamellen an der Grenze von zwei Körnern (Vergl. erste und dritte Lamelle links auf Fig. 11). Ausnahmsweise kann die Lamelle eine Strecke weit aus einem einzigen Quarzindividuum bestehen, wie dies mit der klumpenförmig endenden Lamelle in der Mitte der Fig. 11 der Fall ist; und wo die Lamellen rechts oben auf der Figur 10 an eine aus angehäuften Silikatkörnern gebildete Masse anstossen, findet man dasselbe Verhältnis, wobei auch der Quarz benachbarter Lamellen gleich orientiert ist, so dass dann lokal eine wirklich schriftgranitische Verwachsung zwischen dem Quarz und dem Kalkspath entsteht.

Die auf Fig. 11 regellos umhergestreuten, stark konturierten Körner sind heller bis fast farbloser Pyroxen, welcher in der Prismazone recht



Fig. 11. Quarzlamellen in Kalkspath. Körner von Pyroxen und Graphit. (Etwa zehnfache Vergrößerung.)

scharfe Krystallbegrenzung zeigt. Diese Körner, ebenso wie die schwarz gezeichneten Graphitpartien, liegen theils ganz im Kalkspath, theils in den Quarzlamellen, oder sie ragen in beide hinein. In einigen Fällen werden die Lamellen durch Pyroxenkörner durchlöchert, so dass die Körner nach beiden Seiten in den Kalkspath hineinragen. (Vergl. die erste und vierte Lamelle rechts Fig. 11 und auch die Lamellen rechts unten Fig. 10).

Ich verzichte ganz darauf, eine Erklärung der Genesis dieser sonderbaren Verwachsung zu versuchen. Nur möchte ich noch erwähnen, dass ich eine der Hauptsache nach gleichartige Verwachsung unter etwas anderen Verhältnissen gefunden habe. Auf der kleinen Insel *Gråfläsjan*, welche zu dem durch seine Ganggesteine bemerkenswerthen Rapakivgebiete von *Rödön* in der Nähe von Sundsvall¹ gehört, kommt ein flach

¹ Vergl. meinen Aufsatz über "Postarkäiska Eruptiver" in Geol. Fören. Förhandl. XV, S. 225.

fallender Gang von Quarzporphyr vor, welcher im Liegenden von dem umgebenden Grundgebirge durch eine kalkspathreiche Spaltfüllung abgetrennt ist. Diese Spaltenausfüllung hat zum Theil ein etwas blätteriges, durch einen lamellären Wechsel von Kalkspath und Silikaten oder Quarz hervorgerufenen Aussehen, welches noch deutlicher hervortritt, wenn man mit Säure den Kalkspath entfernt. In Dünnschliffen erkennt man die Struktur der oben beschriebenen Quarzlamellen, die auf ganz dieselbe Weise auch hier den Kalkspath durchsetzen. Es besteht jedoch ein bemerkenswerther Unterschied gegenüber das Vorkommen von Ornö, insofern dass die Silikate, welche hier überwiegend Prehnit nebst ein wenig Epidot sind, nicht ganz unregelmässig in dem lamellär verwachsenen Quarz und Kalkspath umherliegen, sondern in den Quarzlamellen stecken und, wenn sie reichlicher vorhanden sind, den Quarz ganz verdrängen, so dass die Lamellen dann aus diesen Silikatkörnern auf dieselbe Weise wie sonst aus dem Quarz aufgebaut werden. Die scharfe und ebenflächige Ausbildung der Lamellen ist in beiden Fällen gleich gut und ebenso charakteristisch wie bei dem Vorkommen vom Ornö. Es kommen aber auch in den Dünnschliffen Partien vor, wo die Prehnitkrystalle nicht zu Lamellen zusammengeführt sind, sondern regellos in dem Kalkspath herumgestreut liegen, etwa wie die Plagioklase in den ophitischen Diabasen. Auch ist auf ein paar Stellen zu sehen, wie der Quarz nicht Lamellen bildet, sondern als Zwischenklemmungsmasse zu dem gegen ihn idiomorphen Kalkspath auftritt.

8. Verwachsung von Leucit und Glimmer.

Ich habe noch eine aus vielen Gesichtspunkten bemerkenswerthe Verwachsung zu erwähnen, welche ich in einer, nach der Etikette zu beurtheilen, von dem vorigen Jahrhundert stammenden Sammlung des hiesigen Museums angetroffen habe. Das Stück ist etikettiert: »Vulkanisches Gestein; Lava, körnig, mit Quarzkörner in gelbfarbigem Glimmer, *Frescati*».

Wie aus der untenstehenden Figur hervorgeht bildet der angebliche Quarz polygonale, gewöhnlich sechs- oder achtkantige Flecken von drei bis fünf Millimeter Grösse. Die Matrix oder Grundmasse ist in der abgebildeten Fläche zum grössten Theil ein bronzefarbiger, stark glänzender Glimmer, welcher sich als ein einziges Individuum beinahe durch die ganze Figur erstreckt. Die abgebildete Fläche ist eben eine Spaltfläche dieses Glimmers. Auf die anderen Seiten des Stücks sieht man ebenfalls grosse Glimmerindividuen, die in verschiedenen Richtungen das Stück durchsetzen. Ihre Dicke kann einige Millimeter erreichen. Diese grossen Glimmerpartien sind, wenn man von den eben erwähnten so genannten Quarzkörnern absieht, ganz frei von fremden Einmischungen. Anstatt des Glimmers findet man aber die Matrix dieser polygonalen Kör-

ner in vielen Theilen des Stücks, und auch an einigen Stellen der abgebildeten Fläche, aus einer rothbraunen Masse bestehen, in welcher man unter dem Mikroskope winzige braungelbe Glimmerblätter und schwarze Erzpartien in einer übrigens amorph aussehenden, braunen Substanz sehen kann. Es scheint dieses Gemisch nicht durch Zersetzung der grossen Glimmerpartien gebildet zu sein, sondern man bekommt eher den Eindruck, dass beide primär sind, und dass die Grundmasse dieses Gesteins eben die Zusammensetzung des Glimmers gehabt hätte, und dass sie deshalb unter günstigen Bedingungen als solcher sich verfestigte, während sie in anderen Fällen als ein Gemisch von Magnetit(?) und andere nicht näher bestimmbare Substanzen ausgebildet wurde.

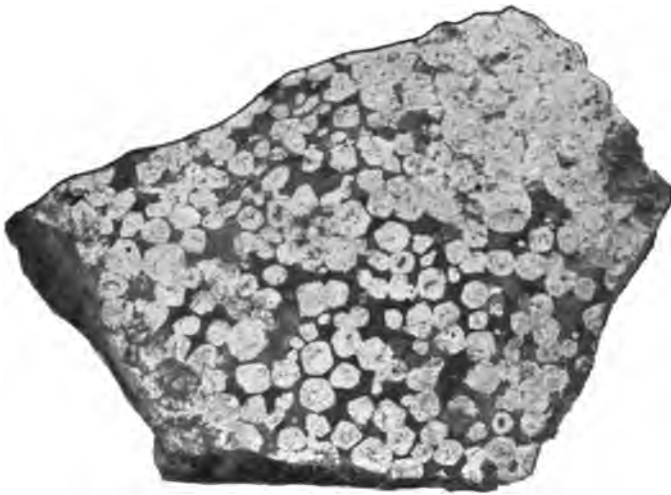


Fig. 12. Leucitkrystalle einen grossen Glimmerkrystall durchspickend. (Autotypie nach der Natur. Nat. Gr.).

Die als Quarz bezeichneten Körner sind fast weiss mit einem von Beimischung mit Eisenoxyd hervorgerufen rosafarbigem Ton. Im Bruch sind sie matt; ihre Härte liegt zwischen 3 und 4 der Härtescala, und sie geben beim Anhauchen einen starken Thongeruch. Unter dem Mikroskope, in Dünnschliffen, haben sie ein höchst auffallendes Aussehen. Jedes dieser mit scharfer Krystallbegrenzung ausgebildeten Körner ist nämlich aus mehreren ungleich orientierten Krystallindividuen aufgebaut, so dass man deren zehn bis zwanzig in einem Schnitte rechnen kann. Diese Krystallkörner haben ganz unregelmässige Begrenzung und greifen mit sinuösen Konturen in einander hinein. Brechungsexponent und Doppelbrechung sind niedrig, und die Interferenzfarben sind etwas schwächer als bei Nephelin oder Apatit aber deutlicher als bei Leucit. Jedes Korn ist von zahlreichen Rissen zerstückt, welche meistens ganz unregelmässig sind; je-

doch bemerkt man hin und wieder Andeutungen zu einander kreuzenden geradlinigen Spaltrissen. Ein braunes Pigment durchzieht in Figuren, welche an den Formen des Granophyrquarzes erinnern, die übrigens farblosen Körner, aber Interpositionen welche bezüglich ihrer Vertheilung oder ihres Aussehens eine Ähnlichkeit mit den im Leucit vorkommenden haben, werden nicht gesehen.

Dass die hier beschriebenen Körner dieses Gesteins als Pseudomorphosen von Leucit aufzufassen sind, ist durch eine von Ingenieur JOH. HÖGBOM gütigst ausgeführte Analyse derselben ausser Zweifel gestellt worden. Die von ihm gefundene Zusammensetzung ist:

Si O ₂	58.20 ⁰ / ₁₀₀
Al ₂ O ₃	24.28 »
Fe ₂ O ₃	1.74 »
Ca O	0.50 »
Mg O	Spuren.
K ₂ O	11.32 »
Na ₂ O	0.93 »
Glühverlust.	2.85 »
	<hr/> 99.82 ⁰ / ₁₀₀

Die Probe war bei 110° getrocknet.

Da die Substanz nicht ganz von der umgebenden Grundmasse befreit werden konnte, und übrigens, wie schon erwähnt, selbst Verunreinungen enthält, ist der Gehalt an Eisenoxyd, Kalk und Magnesia, wie auch ein Theil der Glühverlust, wahrscheinlich fremden Beimischungen zuzuschreiben. Der Gehalt an Kieselsäure und Thonerde ist ziemlich derselbe wie bei dem frischen Leucit (resp. 55 ⁰/₁₀₀ Si O₂ und 23.5 ⁰/₁₀₀ Al₂ O₃); der Gehalt an Kali dagegen etwa nur die Hälfte, was wohl durch eine Substitution mit Wasser zu erklären ist. Leucitpseudomorphosen von ähnlicher Zusammensetzung, nur dass Natron auch mehr im Stelle des Kalis eingetreten hat, sind früher mehrmals in der Litteratur erwähnt¹. Bemerkenswerth ist jedoch, dass diese Pseudomorphose, obgleich sie in chemischer Hinsicht nur als eine beginnende Umwandlung des Leucits erscheint, optisch so gut individualisiert ist.

Wenn man nun das hier beschriebene Stück als ein porphyrisches Eruptivgestein auffassen muss, worin die ausgeschiedenen Leucite in einer Grundmasse liegen, die zum Theil als reiner Glimmer ausgebildet ist, so ist es ein Gestein, der sowohl zu seiner chemischen Zusammensetzung als zu seiner Struktur abnorm ist. Im Vergleich mit den im Vorigen beschrie-

¹ Vergl. RANMESBERG, Mineralchemie und ROTH, Chemische Geologie.

benen Verwachsungen scheint dasselbe auch nicht ohne Interesse zu sein. Man muss sich wohl hier, wie betreffend einiger der anderen Verwachsungen, wo ich die seltene, fast momentane, Bildung grosser Krystallindividuen für wahrscheinlich hielt, die Vorstellung machen, dass diese, mehrere Quadratcentimeter grosse und mehrere Millimeter dicke, Glimmerindividuen nicht allmählich, sondern so zu sagen momentan gebildet worden sind, und dabei die schon auskrystallisierten Leucite umgeschlossen haben, so dass eine poikilitische Verwachsung der beiden Mineralien entstand.

The Student's Association of Natural Science. Upsala.

Geological and Physico-Geographical Division.

Meeting, January 22th 1897.

Directors were appointed:

J. GUNNAR ANDERSSON, Secretary.

C. WIMAN, Editor and Treasurer.

K. WINGE,
O. F. Andersson, } Reporters.

Meeting, February 12th 1897.

Herr C. WIMAN read a paper on Cambrian-Silurian Facies-formations in Jämtland. See the number 5 for 1896 of this Journal.

The lecture gave rise to a discussion between Hrr HÖGBOM, HOLMQUIST, HEDSTRÖM, and the lecturer.

Meeting, February 24th 1897.

Herr H. MUNTHE read a paper on the age and mode of formation of some freshwater deposits found in southwestern Skåne (See Geol. Fören. Förh. XIX, 3, 1897).

After the lecture a short discussion ensued, in which Herr HÖGBOM and the lecturer took part.

Herr P. J. HOLMQUIST gave a résumé of L. DOELTER: Synthetische Studien:

F. RINNE: Physikalisch-chemische Untersuchungen am Desmin;

and A. P. BROWN: A comparative study of the chemical behavior of pyrit and marcassit.

Meeting, March 10th 1897.

Herr K. KJELLMARK gave an account of his researches on a calc-tuff from Axberg in Nerike.

The lecture gave rise to a short discussion between Hrr HÖGBOM, SERNANDER and the lecturer.

Herr K. WINGE gave a résumé of KOLDERUP's newly published work: *Die Labradorfelse des westlichen Norwegens*.

Herr J. G. ANDERSSON gave a résumé of an essay by WESENBERG-LUND »Om ferskvandsfaunans kitin- og kisellevninger i Thøelagene.

Meeting, March 26th 1897.

Herr FR. ANDERSSON gave an account of J. MARTIN: *Diluvialstudien I—III*.

Meeting, April 9th 1897.

Herr J. GUNNAR ANDERSSON spoke on the importance of fossil lime-algæ with regard to bathymetrical studies.

Meeting, April 23rd 1897.

Herr P. J. HOLMQUIST discoursed at some length on a part of his synthetical studies of the perowskit-pyrochlor-minerals. (See Bull. 1896, Number 5).

Meeting, April 29th 1897.

Herr HOLMQUIST continued and finished his account of his synthetical studies of the perowskit-pyrochlor-minerals. (See Bull. 1896, Number 5).

Herr WIMAN showed a collection of rocks and fossils from the east-baltic oboluliferous layers.

Meeting, September 16th 1897.

Directors were appointed:

J. GUNNAR ANDERSSON, Secretary.

C. SÖDERSTRÖM,
 KNUT WINGE, } Reporters.

Meeting, October 8th 1897.

Herr HÖGBOM gave an account of the Magnetitores in Ural. (See Geol. Fören. Förhandl. XX, 4).

Bull. of Geol. 1897.

Herr J. GUNNAR ANDERSSON gave a résumé of J. WALTHER: Ueber die Lebensweise fossiler Meeresthiere.

Herr WINGE showed some photographs of profiles of »hvarfvig lera» and glacial sand laid bare when digging the soil for the purpose of the artillery barracks at Polacksbacken.

Meeting, October 19th 1897.

Herr WIMAN spoke on his researches on the Loftar-stone near the Lockne-sea in Jämtland illustrating his discourse by a map, several profiles and stuffs.

Herr K. WINGE gave a résumé of Mr A. STRAHAM: On Glacial Phenomena of Palæozoic Age in the Varanger Fiord. (See Quart Journ. of Geol. Soc. N:o 210, May 1897.)

Herr K. KJELLMARK showed a piece of calc-tuff (calcareous tufa) found as a loose block at the mouth of the Dalelfven.

Herr J. GUNNAR ANDERSSON spoke on an essay by G. F. MATTHEW: What is the Olenellus Fauna? (See Am. Geologist, June 1897).

Meeting, November 2nd 1897.

Herr H. BÄCKSTRÖM gave a résumé of his publication on the rocks of Vestanå. (See S. G. U. Ser. C. N:o 168.)

The lecture gave rise to a lively discussion between Hrr DE GEER, HÖGBOM, NORDENSKIÖLD and the lecturer.

Herr DE GEER discoursed on a modification of the Strandmark-theory of the formation of the ridges (»åsar») illustrated by detail maps of parts of the Stockholm- and Upsala-ås. (See Geol. Fören. Förhandl. XIX, 1, 1897.)

Meeting, November 16th 1897.

Herr A. HOLLENDER read a paper on »Some ancient Swedish ice-dammed seas and ice-rivers», especially dwelling upon his own studies of formations of this kind in southeastern Vestergötland. (See Geol. Fören. Förhandl. XIX, 6.)

Herr HOLMQUIST gave a résumé of the following two publications:

BRAUNS: Beziehung zwischen Schmelzpunkt und Ausscheidungsfolge der Mineralien.

BECKER: On fractional crystallization of rocks.

Meeting, November 30th 1897.

Herr O. NORDENSKJÖLD spoke on his studies of the quarternary geology of the Magellaens lands.

Herr HOLMQUIST spoke on his researches on tectonic perturbations in the glacial marine clay of Upland. (See this number of Bull. N:o 12.)



The Bulletin is sent to the following Societies, Institutions, etc.
Those marked with a * have kindly sent their
publications in return.

- Abbeville.** Société d'émulation.
Acireale. *Accademia di scienze, lettere ed arti.
Adelaide. *South Australian institute.
*South Australian school of mines and industries and technological museum.
Royal Society of South Australia.
Agram. *Südslav. Akademie der Wissenschaften und Künste.
Kroatischer Naturforscher-Verein.
Aix en Provence. Académie des sciences, agriculture, arts et belles lettres.
Alais. Société scientifique et littéraire.
Albany. *New York state library.
Geological survey of the state of New York.
Albion. Museum.
Amlens. Académie des sciences, belles lettres et arts.
Société Linnéenne du nord de la France.
Amsterdam. *K. Nederlandsch aardrijkskundig Genootschap.
Genootschap ter bevordering van natuur-, genees- en heilkunde.
Angers. Académie des sciences et belles lettres.
*Société d'études scientifiques.
Société Linnéenne de Maine-et-Loire.
*Société nationale d'agriculture, sciences et arts.
Annanarivo. Madascaria.
Anvers. *Société Royale de géographie.
Arras. Académie des sciences, lettres et arts.
Augsburg. *Naturwissenschaftlicher Verein für Schwaben und Neuburg.
Austin. *Texas academy of science.
Geological survey of Texas.
Autun. Société Éduenne des lettres, sciences et arts.
Auxerre. *Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne.
Avignon. Académie de Vaucluse.
Baltimore. Peabody institute.
*Johns Hopkins university.
Bamberg. Naturforschende Gesellschaft.
Barcelona. *Real academia de ciencias naturales y artes.
Bar-le-Duc. *Société des lettres, sciences et arts.
Basel. *Naturforschende Gesellschaft.
Bastia. Société des sciences historiques et naturelles de la Corse.
Batavia. *K. natuurkundig Vereeniging.
Bath. *Bath natural history and antiquarian field club.
The international journal of microscopy and natural science.
Bautzen. *Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis.
Bayonne. Société des sciences, lettres et arts.
Belfast. *Natural history and philosophical society.
Belfort. Société Belfortaine d'émulation.
Belgrad. *Académie Royale de Serbie.
*Institut géologique de l'université Royale.
Bergen. *Museum.
Berkeley. *University of California: Department of geology.
Berlin. *Königliche Bibliothek.
*Gesellschaft für Erdkunde.
*Deutsche geologische Gesellschaft.
*Gesellschaft für Heimathkunde der Provinz Brandenburg.
Gesellschaft naturforschender Freunde.
*K. Preussische geologische Landesanstalt und Bergakademie.
*Naturæ novitates.
*Naturwissenschaftliche Wochenschrift.
Berlin-Charlottenburg. *Zeitschrift für praktische Geologie.
Bern. Schweizerischer Alpenclub.
Geologische Commission der Schweizer naturforsch. Gesellschaft.
*Geographische Gesellschaft.
*Naturforschende Gesellschaft.
*Allg. Schweizer. Ges. f. d. gesammten Naturwissenschaften.
Berwick. *Berwickshire naturalists' club.
Besançon. *Académie des sciences, belles lettres et arts.
*Société d'émulation du Doubs.
Beziers. *Société d'études des sciences naturelles.

- Birmingham.** *Natural history and philosophical society.
- Bologna.** Rivista Italiana di paleontologia.
- Bombay.** Natural history society.
- Bône.** *Académie d'Hippone.
- Bonn.** *Naturhistorischer Verein der preussischen Rheinlande.
- Bordeaux.** *Académie nationale des sciences, belles-lettres et arts.
*Société Linnéenne.
Société philomatique.
- Boston.** *Appalachian mountain club.
Society of natural history.
The American naturalist.
- Bourges.** *Société historique, littéraire, artistique et scientifique du Cher.
- Bremen.** Geographische Gesellschaft.
- Brest.** Société académique.
- Brisbane.** *Queensland Museum.
Royal geographical society of Australasia: Queensland branch.
Natural history society of Queensland.
*Royal Society of Queensland.
- Bristol.** Bristol naturalists' society.
- Brookville.** Indiana academy of science.
- Brünn.** *K. K. Mährische Gesellschaft zur Beförderung der Landwirtschaft, der Natur und Landeskunde.
*Museum Franciscum.
- Bruxelles.** Commission géologique relevant de l'administration des mines.
Musée Roy. d'histoire naturelle de Belgique.
*Secrétariat d'Etat pour l'Etat independant du Congo.
*Société Royale Belge de géographie.
Société Belge de géologie, de paléontologie et d'hydrologie.
Société Roy. des sciences médicales et naturelles.
Société scientifique de Bruxelles.
- Buckhurst Hill.** Essex field club.
- Bucuresci.** Biurołu geologicu.
*Muséu de geologia si de paleontologia.
*Societate de sciinte fizice.
Societate geografică Română.
- Budapest.** *Ungarische Akademie der Wissenschaften.
*K. Ungarische geologische Anstalt.
*Ungarische geologische Gesellschaft.
*Ungarisches Nationalmuseum.
*Société Hongroise de géographie.
- Buenos Ayres.** *Instituto geografico Argentino.
*Museo nacional.
*Sociedad científica Argentina.
- Buffalo.** *Society of natural sciences.
- Bury St Edmunds.** Suffolk institute of archæology and natural history.
- Caen.** Laboratoire de géologie de la faculté des sciences.
- Calcutta.** Indian museum.
*Asiatic society of Bengal.
*Geological survey of India.
- Cambral.** Société d'émulation.
- Cambridge.** *Philosophical society.
- Cape Town.** *Geological commission.
*South African museum.
- Cape Town.** *South African philosophical society.
- Carcassonne.** Société des arts et des sciences.
Société d'études scientifiques de l'Aude.
- Cardiff.** *South Wales institute of engineers.
*Cardiff naturalists' society.
- Catania.** *Accademia Gioenia di scienze naturali.
- Chalons-sur-Marne.** Société d'agriculture, commerce, sciences et arts du dépt. de la Marne.
- Chalons-sur-Saône.** *Société des sciences naturelles de Saône-et-Loire.
- Chambéry.** *Académie des sciences, belles-lettres et arts de Savoie.
Société d'histoire naturelle de Savoie.
- Chambésy.** *L'herbier Boissier.
- Chapel Hill.** *Elisha Mitchell scientific society.
- Charleroy.** *Société paléontologique et archéologique de l'arrondissement judiciaire de Charleroy.
- Chemnitz.** *Naturwissenschaftliche Gesellschaft.
- Cherbourg.** Société académique.
Société nationale des sciences naturelles et mathématiques.
- Chicago.** *Academy of sciences.
*Field Columbian museum.
*University: Department of geology.
- Chicoutimi.** *Le naturaliste Canadien.
- Chur.** *Naturforschende Gesellschaft Graubündens.
- Cincinnati.** *Museum association.
*The Cincinnati society of natural history.
- Clausthal.** Berg- und hüttenmännischer Verein Maja.
- Colmar.** *Naturhistorische Gesellschaft.
- Colombo.** Colombo museum.
The Taprobanian.
- Columbus.** *Geological survey of Ohio.
- Constantine.** Société de géographie.
- Cordoba (Argent.).** Academia nacional de ciencias.
- Croydon.** Microscopical and natural history club.
- Czernowitz.** *Das Bukowiner Landesmuseum.
- Danzig.** *Naturforschende Gesellschaft.
*Provinzial-Kommission zur Verwaltung der Westpreussischen Provinzial-Museen.
- Darmstadt.** *Grossherzogl. Hessische geologische Landesanstalt.
*Verein für Erdkunde.
- Davenport.** *Academy of natural sciences.
- Dax.** Société de Borda.
- Demerara.** Roy. agricultural and commercial society of British Guiana.
- Denver.** Colorado scientific society.
- Des Moines.** Geological survey of the state of Iowa.
- Donaueschingen.** *Verein für Geschichte und Naturgeschichte der Baar und angrenzender Landestheile.
- Dorpat.** *Naturforscher-Gesellschaft bei der Universität.

- Dorset.** Natural history and antiquarian field club.
- Donal.** *Union géographique du Nord de la France.
- Dragulgnan.** Société d'études scientifiques et archéologiques.
- Dresden.** Gebirgsverein für die Sächs.-Böhmische Schweiz.
*Generaldirection der königl. Sammlungen für Kunst und Wissenschaft.
Gesellschaft für Natur- und Heilkunde.
*Naturwissenschaftliche Gesellschaft Isis.
*Königl. mineralogisch-geolog. und prähistor. Museum.
*Verein für Erdkunde.
- Dublin.** Roy. geological society of Ireland.
*The Irish naturalist.
- Dudley.** Dudley and Midland geological and scientific society.
- Duluth.** Historical and scientific association.
- Dumfries.** *Dumfriesshire and Galloway natural history and antiquarian society.
- Dunedin.** New Zealand journal of science.
- Dürkheim.** Pollichia, naturw. Verein der Rheinpfalz.
- Edinburgh.** *Royal Scottish geographical society.
*Geological society.
*Royal Society.
Geological survey of Scotland.
Annals of Scottish natural history.
- Elbeuf.** *Société d'études des sciences naturelles.
- Épinal.** *Société d'émulation du département des Vosges.
- Erfurt.** *K. Akademie gemeinnütziger Wissenschaften.
- Évreux.** Société libre d'agriculture, sciences, arts et belles lettres de l'Eure.
- Exeter.** Devon and Exeter institution for science, literature and art.
- Fargo.** Experimental station of the North Dakota agricultural college.
- Firenze.** Rivista scientifico-industriale e giornale del naturalista.
- Frankfort.** Geological survey of Kentucky.
- Frankfurt a.M.** *Verein für Geographie und Statistik.
- Frankfurt a.O.** *Naturwiss. Verein des Regierungs-Bezirk Frankfurt.
*Societatum litteræ.
- Frauenfeld.** Thurgauische naturforschende Gesellschaft.
- Freiberg (Sachsen).** *K. Sächsische Bergakademie.
Archiv für praktische Geologie.
- Freiburg i. B.** *Naturforschende Gesellschaft.
Jahrbuch der Naturwissenschaften.
- Gap.** Société d'études historiques, scientifiques... des Hautes-Alpes.
- Genève.** *Société de géographie.
- Genova.** *Società Ligustica di scienze naturali e geografiche.
- Gent.** Natuurwetenschappelijk Genootschap.
- Gera.** *Gesellschaft von Freunden der Naturwissenschaften.
- Gießen.** *Grossh. Universitäts-Bibliothek.
- Glasgow.** Geological society.
*Natural history society.
*Philosophical society.
- Granville.** Scientific laboratories of Denison university.
- Graz.** *Deutscher und Oesterreichischer Alpenverein.
*Naturwissenschaftlicher Verein für Steiermark.
*Montan-zeitung.
- Greifswald.** *Geographische Gesellschaft.
*Naturwissenschaftlicher Verein für Neu-Vorpommern und Rügen.
- Grenoble.** Académie Delphinale.
*Laboratoire de géologie de la faculté des sciences.
*Société de statistique, des sciences naturelles et des arts industriels du dépt. de l'Isère.
- Gronlagen.** *Natuurkundig Genootschap.
- Guéret.** *Société des sciences naturelles et archéologiques de la Creuse.
- Görlitz.** *Naturforschende Gesellschaft.
- Göttingen.** *K. Gesellschaft der Wissenschaften.
- Halifax.** *Yorkshire geological and polytechnic society.
*Nova Scotian institute of natural science.
- Halle a.S.** *K. K. Leopoldinisch-Carolinische deutsche Akademie der Naturforscher.
*Königl. Oberbergamt.
Naturforschende Gesellschaft.
Naturwissenschaftlicher Verein für Sachsen und Thüringen.
*Verein für Erdkunde.
Natur.
- Hamburg.** *Geographische Gesellschaft.
Naturwissenschaftlicher Verein.
- Hannover.** Geographische Gesellschaft.
*Naturhistorische Gesellschaft.
- Harlem.** *Société Hollandaise des sciences exactes et naturelles.
- Harrisburg.** Geological survey of Pennsylvania.
- Le Havre.** *Société géologique de Normandie.
*Société de géographie commerciale du Havre.
- Helsingfors.** *Geografiska föreningen
*Tekniska föreningen.
Universitetets geologiska institution.
*Finlands geologiska kommission.
*Societas pro fauna et flora Fennica.
*Sällskapet för Finlands geografi.
*Finska vetenskaps-societeten.
- Hereford.** The Woolhope naturalists' field club.
- Hermannstadt.** *Siebenbürgischer Karpathenverein.
*Siebenbürgischer Verein für Naturwissenschaften.
Verein für Siebenbürg. Landeskunde.
- Hobart Town.** Royal society of Tasmania.
- Houghton.** Lake Superior mining institute.
*The Michigan mining school.
- Huddersfield.** Economic museum.
- Hull.** Geological society.
- Huy.** *Cercle des naturalistes Hutois.

- Jefferson City.** *Geological survey of Missouri.
- Jena.** *Geographische Gesellschaft für Thüringen.
*Medicinisch-naturwissenschaftliche Gesellschaft.
- Indianapolis.** Geological department of Indiana.
- Innsbruck.** *Ferdinandeam für Tirol und Vorarlberg.
- Iowa City.** *State university: Laboratories of natural history.
- Irkutsk.** *Östsibiriska afdelningen af kejs. ryska geografiska sällskapet.
- Ithaca.** *Cornell university: Science bulletins.
- Kairo.** *Société Khédiviale de géographie.
- Karlsruhe.** *Naturwissenschaftlicher Verein. Grossherz. Badische geologische Landesanstalt.
- Kassel.** *Verein für Erdkunde.
- Kazan.** *Société des naturalistes à l'université Impériale.
*Société physico-mathématique.
- Kiel.** *Mineral. Institut der Universität Kiel.
*Kommission zur wissenschaftlichen Untersuchung der deutschen Meere.
*Naturwissenschaftlicher Verein für Schleswig-Holstein.
*Archiv für Anthropologie und Geologie Schleswig-Holsteins.
- Kiew.** Société des naturalistes.
- Kingston.** *Institute of Jamaica.
- Kjøbenhavn.** *Commissionen for Ledelsen af geologiske og geographiske Undersøgelser i Grønland.
*Dansk geologisk Forening.
Naturhistorisk Forening.
Mineralogisk Museum.
*Det geografiske Selskab.
*Det Kongel. Danske Videnskabers Selskab.
*Danmarks geologiske Undersøgelse. Naturen og Mennesket.
- Klagenfurth.** Naturhistorisches Landesmuseum für Kärnten.
- Klausenburg.** *Siebenbürgischer Museumverein.
- Krakau.** *K. K. Akademie der Wissenschaften.
- Kristiania.** Universitetets Mineralie-Kabinet.
*Det Norske geografiske Selskab.
*Den Norske Turistforening.
*Universitetets Biblioteket.
*Videnskabs-Selskabet.
Norges geologiske Undersøgelse.
*Archiv for Mathematik og Naturvidenskab.
- Königsberg.** *Provinzialmuseum der physikalisch-ökonomischen Gesellschaft.
- Laibach.** Landesmuseum für Krain.
- Lansing.** Geological survey of Michigan.
- Laon.** Société académique.
- La Plata.** *Museo.
- La Rochelle.** Académie des belles-lettres, sciences et arts.
- Lausanne.** *Société géologique Suisse.
- Lawrence.** *Kansas university.
- Leeds.** *Philosophical and literary society.
*Yorkshire naturalists' union.
The glacialists' magazine.
- Leiden.** Museum d'histoire naturelle des Pays-Bas.
*Geologisches Reichsmuseum.
Nederlandsch koloniaal Centraalblad.
- Leipa.** *Nordböh. Exkursions-Klub.
- Leipzig.** *Naturforschende Gesellschaft.
*K. Sächsische Gesellschaft der Wissenschaften.
Geologische Landesuntersuchung des Königreichs Sachsen.
*Verein für Erdkunde.
*Gaz.
Zeitschrift für angewandte Mikroskopie.
- Le Mans.** Société d'agriculture, sciences et arts de la Sarthe.
- Leoben.** K. K. Bergakademien.
- Le Puy.** *Société agricole et scientifique de la Haute Loire.
- Liège.** Société Roy. des sciences.
*Société géologique de Belgique.
Revue universelle des mines.
- Lille.** *Société de géographie.
*Société géologique du Nord.
Société des sciences, de l'agriculture et des arts.
- Lima.** *Sociedad geografica.
- Lincoln.** *Nebraska academy of sciences.
- Linz.** *Museum Francisco-Carolinum.
- Lisboa.** Academia real das sciencias.
*Commissão dos trabalhos geologicos.
*Direcção dos serviços geodesicos e topographicos.
*Ministerio da marinha e ultramar: Comissão da cartographia.
*Sociedade de geographia.
- Liverpool.** *Geological society.
- London.** British association for the advancement of sciences.
*Geologists' association.
Victoria institute.
*British Museum.
*British Museum (natural history).
Museum of practical geology.
*R. Geographical society.
*Geological society.
*Mineralogical society.
Ray Society.
*Royal Society.
*Geological survey of the United Kingdom.
Geological magazine.
Nature.
Science progress.
Popular science review.
- Long-le-Saulnier.** Société d'émulation du Jura.
- Lucca.** R. Academia Lucchese di scienze, lettere ed arti.
- Lübeck.** *Geographische Gesellschaft und naturhistorisches Museum.
- Lüneburg.** *Naturwissenschaftlicher Verein für das Fürstenthum Lüneburg.

- Lund.** Universitetets geologiska institution.
*Universitetets mineralogiska institution.
- Luxembourg.** *Institut Royal-Grand-Ducal:
Section des sciences naturelles et mathématiques.
- Lyon.** Association des amis des sciences naturelles.
*Muséum d'histoire naturelle.
*Société de géographie
Société Linnéenne de Lyon.
*Annales de l'université de Lyon.
- Macón.** Académie des sciences, arts et belles-lettres.
- Madison.** *University of Wisconsin.
- Madras.** *Government central museum.
- Madrid.** *Comisión del mapa geológico de España.
Sociedad geografica.
*Sociedad Española de historia natural.
*La Naturaleza.
- Magdeburg.** *Naturwissenschaftlicher Verein.
- Manchester.** *Museum.
*Geographical society.
Geological society.
- Manila.** *Museo Biblioteca de Filipinas.
- Mannheim.** Verein für Naturkunde.
- Mantova.** R. Accademia Virgiliana.
- Marburg.** *Gesellschaft zur Beförderung der gesammten Naturwissenschaften.
- Marlborough.** *Marlborough College natural history society.
- Marseille.** *Bibliothèque de la Faculté des sciences.
*Institut colonial.
*Musée d'histoire naturelle.
Société scientifique industrielle.
- Melbourne.** Field naturalists' club of Victoria.
*Department for mines.
*Australasian institute of mining engineers.
National museum.
*R. Geographical society of Australasia: Victorian branch.
Geological society of Australasia.
*Royal Society of Victoria.
*Geological survey of Victoria.
*The Australian Mining Standard.
- Meridan.** Scientific association.
- Metz.** Société d'histoire naturelle.
*Verein für Erdkunde.
- Mexico.** Biblioteca nacional.
*Instituto geológico de Mexico.
Museo nacional.
*Sociedad científica »Antonio Alzate».
Sociedad geografica.
*Sociedad mexicana de historia natural.
- Middelburg.** Zeeuwsch Genootschap der Wetenschappen.
- Milano.** *Società Italiana di scienze naturali.
- Milwaukee.** Wisconsin natural history society.
- Minneapolis.** *The Minnesota academy of natural sciences.
*Geological and natural history survey of Minnesota.
- Minneapolis.** *University of Minnesota.
*The American geologist.
- Modena.** *Società dei naturalisti.
- Montauban.** Académie des sciences, belles-lettres et arts de Tarn-et-Garonne.
- Montbéliard.** *Société d'émulation.
- Montevideo.** *Museo nacional.
- Montgomery.** *Geological survey of Alabama.
- Montpellier.** Société Langued. de géographie.
*Société d'horticulture et d'histoire naturelle de l'Hérault.
- Montreal.** *Natural history society.
The Canadian naturalist and geologist.
- Moskva.** *Musée public de Roumiantzow.
*Société Imp. des naturalistes.
*Société Imp. des amis des sciences naturelles, de l'anthropologie et de l'ethnographie.
- Moulins.** Société d'émulation du dépt. de l'Allier.
*Revue scientifique du Bourbonnais et du centre de la France.
- München.** *Geognostische Abtheilung des K. Bayr. Oberbergamtes.
*Geographische Gesellschaft.
- Münster.** *Westfälischer Provinzial-Verein für Wissenschaft und Kunst.
- Nancy.** *Académie de Stanislas.
*Société de géographie de l'Est.
- Nantes.** *Société académique de Nantes et de la Loire-Inférieure.
*Société des sciences naturelles de l'Ouest de la France.
- Napoli.** *Accademia Pontaniana.
*R. Instituto d'incoraggiamento.
*Società africana d'Italia.
*Società dei naturalisti.
*Società Reale.
- Neuchâtel.** *Société Neuchât. de géographie.
Société des sciences naturelles.
- New Brighton.** *Natural science association of Staten Island.
- Newcastle-upon-Tyne.** *North of England institute of mining and mechanical engineers.
*The Tyne-side geographical society.
*Natural history society of Northumberland, Durham and Newcastle-upon-Tyne.
- Nevers.** Société Nivernaise des lettres, sciences et arts.
- New Haven.** *Connecticut academy of arts and sciences.
American journal of science.
- New Orleans.** Academy of science.
- New York.** *Academy of sciences.
Agazzis Association for the knowledge of nature.
*Geological department of Columbia University.
*Botanical garden.
*American institute of mining engineers.
*American museum of natural history.
Linnean society of New-York.
*Microscopical society.
The scientific American.
The mineral collector.

- New York.** The engineering and mining journal.
Popular science monthly.
School of mines quarterly.
Science.
- Nice.** Société des lettres, sciences et arts des Alpes Maritimes.
- Nîmes.** *Académie.
*Société d'études des sciences naturelles.
- Northampton.** *Northamptonshire natural history society.
- Norwich.** The Norfolk & Norwich naturalists' society.
- Nürnberg.** *Naturhistorische Gesellschaft.
- Oberlin.** *Oberlin College.
- Odessa.** *Club alpin de Crimée.
*Société des naturalistes de la nouvelle Russie.
- Omsk.** *Section de la Sibérie occidentale de la Société Impériale Russe de géographie.
- Oran.** *Société de géographie et d'archéologie.
- Orléans.** Société d'agriculture, sciences, belles-lettres et arts.
- Osnabrück.** *Naturwissenschaftlicher Verein.
- Ottawa.** Field's naturalist club.
*Geological survey department.
- Ouro Preto (Brasilien).** Escola de minas.
- Padova.** *R. Accademia di scienze, lettere ed arti.
*Società Veneto-Trentina di scienze naturali.
Rivista di mineralogia e cristallografia Italiana.
- Palermo.** Società di scienze naturali ed economiche.
*Società dei naturalisti Siciliani.
Annales de géologie et de paléontologie.
- Pará.** *Museu Paraense de historia natural e ethnografia.
- Paris.** *Association Française pour l'avancement des sciences.
Association scientifique de France.
*Bibliothèque Nationale.
*Bibliothèque Sainte-Geneviève.
*Club alpin Français.
Touring club.
*Commission internat. de bibliographie géologique.
*L'Institut de France.
Service de la carte géologique de la France.
*Service des topographies souterraines.
Société d'études scientifiques.
*Société de géographie.
*Société d'encouragement pour l'industrie nationale.
*Société géologique de France.
*Société Française de mineralogie.
*Société philomatique.
*Société de spéléologie.
*Annales des mines.
Annuaire géologique universel.
*Feuille des jeunes naturalistes.
Journal des sociétés scientifiques.
*Le Moniteur scientifique.
Le Naturaliste.
- Paris.** *Polybiblion.
*Revue géographique internationale.
Revue scientifique de la France et de l'Etranger.
Revue des sciences naturelles de l'Ouest.
- Pan.** Société des sciences, lettres et arts
- Penzance.** Cornwall Roy. geological society.
- Perpignan.** *Société agricole, scientifique et littéraire des Pyrénées-Orientales.
- Philadelphia.** *Academy of natural sciences.
*Franklin institute.
Wagner free institute of science.
*The Philadelphia Museums.
*Geographical society.
*American philosophical society for the promotion of useful knowledge.
*University of Pennsylvania.
*Digest of physical tests and laboratory practice.
The naturalists' leisure hour.
- Pisa.** *R. Biblioteca Universitaria.
*Società Toscana di scienze naturali.
- Pittsburg.** Academy of sciences and arts.
- Plymouth.** Plymouth institution and Devon and Cornwall natural history society.
- Port-of-Spain.** Victoria institute of Trinidad.
- Portland.** *Society of natural history.
- Porto (Foz de Douro).** *Annaes de sciencias naturais.
- Prag.** *Böhmische Kaiser Franz-Joseph-Akademie.
*Kön. Böhm. Gesellschaft der Wissenschaften.
*Gesellschaft zur Förderung deutscher Wissenschaft, Kunst und Literatur in Böhmen.
Naturhistorischer Verein »Lotus».
Tscherniak's mineralogische und petrographische Mittheilungen.
- Québec.** *Société de géographie.
- Regensburg.** *Naturwissenschaftlicher Verein.
- Reichenbach I. V.** Vogtländischer Verein für allgemeine und specielle Naturkunde.
- Reichenberg.** *Verein der Naturfreunde.
- Reims.** *Société d'études des sciences naturelles.
- Riga.** *Naturforscher-Verein.
- Rio de Janeiro.** Section de la société de géographie de Lisbonne.
*Sociedad geographica.
Monografias Brasileiras.
- Rochechouart.** *Société »Les amis des sciences et arts».
- Rochefort.** *Société de géographie.
- Rochester.** Geological society of America.
- Rodez.** *Société des lettres, sciences et arts de l'Aveyron.
- Roma.** *R. Accademia dei Lincei.
Accademia Pontificia dei Nuovi Lincei.
*R. Comitato geologico d'Italia.
*Società geografica Italiana.
*Società geologica Italiana.
*Società Italiana delle scienze (detta dei XL).
Bulletino del vulcanismo italiano.
*Cosmos.
Rassegna delle scienze geologiche in Italia.

- Roma.** Rivista italiana di scienze naturali.
Rostock. *Verein der Freunde der Naturgeschichte in Meklenburg.
Rouen. Académie des sciences, belles-lettres et arts.
 *Société normande de géographie.
 Société des amis des sciences naturelles.
Rovereto. *Accademia I. R. degli Agiati.
Saint-Brieuc. *Société d'émulation des Côtes-du-Nord.
Saint-Dié. *Société philomatique Vosgienne.
St. Étienne. *Société de l'industrie minérale.
Saint John. *Natural history society of New Brunswick.
Saint Louis. Association of engineering societies.
Saint Quentin. Soc. académique des sciences, arts, belles-lettres, agriculture et industrie.
Salem. *American association for the advancement of science.
Salzburg. *Deutscher und Oesterreichischer Alpenverein.
 *Gesellschaft für Salzburger Landeskunde.
San Diego. California State mining bureau.
San Francisco. *California academy of sciences.
 Geographical society of California.
 *Geographical society of the Pacific.
San José. *Museo nacional.
St. Gallen. *Ostschweizerische geograph.-comm. Gesellschaft.
 *Naturwissenschaftliche Gesellschaft.
St. Petersburg. *Académie Impériale des sciences.
 *Comité géologique.
 *Kaiserl. mineralogische Gesellschaft.
 *Musée géologique de l'Université Impériale.
 *Mineralogisches Museum der Kais. Akademie der Wissenschaften.
 *Société des naturalistes à l'Univ. Imp.
Santiago. *Museo nacional de Chile.
 *Société scientifique du Chili.
 *Deutscher wissenschaftlicher Verein.
São Paulo. *Commissão geographica e geologica.
Sarajevo. *Bosnisch-Herzegovinisches Landesmuseum.
Sienna. *Rivista Italiana di scienze naturali.
Solssons. Société archéologique, historique et scientifique.
Springfield. *Geological survey of Illinois.
 *Illinois state museum of natural history.
Stettin. Verein für Erdkunde.
Stockholm. *Geologiska föreningen.
 *Stockholms högskolas mineralogisk-geologiska institution.
 Tekniska högskolan.
 Jernkontoret.
 *Svenska sällskapet för antropologi och geographi.
 *Sveriges geologiska undersökning.
 *Kongl. Svenska vetenskaps-akademien.
Strassburg. *Gesellschaft zur Förderung der Wissenschaften, des Ackerbaues und der Künste im Unter-Elsass.
 *Geologische Landesanstalt von Elsass-Lothringen.
Strassburg. *Geographisches Seminar der Universität.
Stuttgart. Oberrheinischer geologischer Verein.
 *Verein für württembergische Naturkunde in Württemberg.
 Neues Jahrbuch für Mineralogie, Geologie und Paläontologie.
Sydney. *Australasian association for the advancement of science.
 *Department of mines and agriculture of New South Wales.
 *Australian museum.
 *Linnean society of New South Wales.
 *Geological survey of New South Wales.
Taunton. *Somersetshire archæological and natural history society.
Thonons-les-Bains. Académie Chablaisienne.
Throndhjem. *Det Kongel. Norske Videnskabers Selskab.
Tiflis. *Administration des mines.
 *Comité statistique du Caucase.
 *Section Caucasienne de la société Impériale Russe de géographie.
Tokyo. *Deutsche Gesellschaft für Natur- und Völkerkunde Ostasiens.
 *Geographical society.
 Geological society of Japan.
 Seismological society of Japan.
 *Imperial University.
Torino. *Club alpino Italiano.
Toronto. *University.
Toulon. *Académie du Var.
Toulouse. *Académie des sciences, inscriptions et belles-lettres.
 *Faculté des sciences.
 *Société de géographie.
 Société d'histoire naturelle.
Tours. *Société de géographie.
Trencsén. *Naturwissenschaftlicher Verein des Trencsener Comitates.
Trento. *Biblioteca e museo comunali.
 Società degli alpinisti Alpini Tridentini.
Trenton. Natural history society.
 *Geological survey of New Jersey.
Trieste. *Museo civico di storia naturale.
 *Società alpina delle Giulie.
 Società Adriatica di scienze naturali.
Tromsø. *Museum.
Troyes. Société académique d'agriculture, des sciences, arts et belles lettres du dépt. de l'Aube.
Truro. *Roy. Institution of Cornwall.
Tschita. *Section Transbaikale de la Société Impériale Russe de géographie.
Tufts College.
Tunis. Institut de Carthage.
Udine. *Academia.
Ulm. *Verein für Mathematik und Nat.-wiss.
Upsala. *Kongl. Vetenskaps-Societeten.
Urbana. *Illinois state laboratory of natural history.
Utrecht. Provinciaal Utrechtsch Genootschap.
Valenciennes. Société d'agriculture, sciences et arts.
Vannes. Société polymathique du Morbihan.

- | | |
|---|--|
| <p>Washington. *National academy of sciences.
 *Department of agriculture.
 *Smithsonian Institution.
 *U. S. National museum.
 National geographical society.
 American microscopic society.
 Philosophical society.
 *U. S. Coast and geodetic survey.
 *U. S. Geological survey.</p> <p>Watford. *Hertfordshire natural history society and field club.</p> <p>Wellington. New Zealand institute.
 Colonial museum and geological survey department.
 Wellington College: Natural science society.</p> <p>Venezia. *R. Istituto Veneto di scienze, lettere ed arti.</p> <p>Verdun. *Société philomatique.</p> <p>Wernigerode. *Naturwissenschaftlicher Verein des Harzes.</p> <p>Weymouth. Dorset natural history and antiquarian field club.</p> <p>Wien. *Österreichischer Alpen Club.</p> | <p>Wien. *Deutscher und Österreichischer Alpenverein.
 *Wissenschaftlicher Club.
 *K. K. Geographische Gesellschaft.
 K. K. Technische Hochschule.
 *K. K. Naturhistorisches Hofmuseum.
 *K. K. Militär-geographisches Institut.
 *Paläontologisches Institut der K. K. Universität.
 *K. K. Geologische Reichsanstalt.
 *Österreich. Touristen Klub.
 *Verein der Geographen a. d. Universität.
 *Naturwissenschaftlicher Verein an der Universität.
 *Verein zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse.
 Nachrichten über Geophysik.</p> <p>Winnipeg. *History and scientific society of Manitoba.</p> <p>Yokohama. Asiatic society of Japan.</p> <p>York. *Yorkshire philosophical society.
 *Natural history journal.</p> <p>Zürich. *Schweizer. Alpen-Club.
 *Antiquarische Gesellschaft.
 *Naturforschende Gesellschaft.</p> |
|---|--|





Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 1.



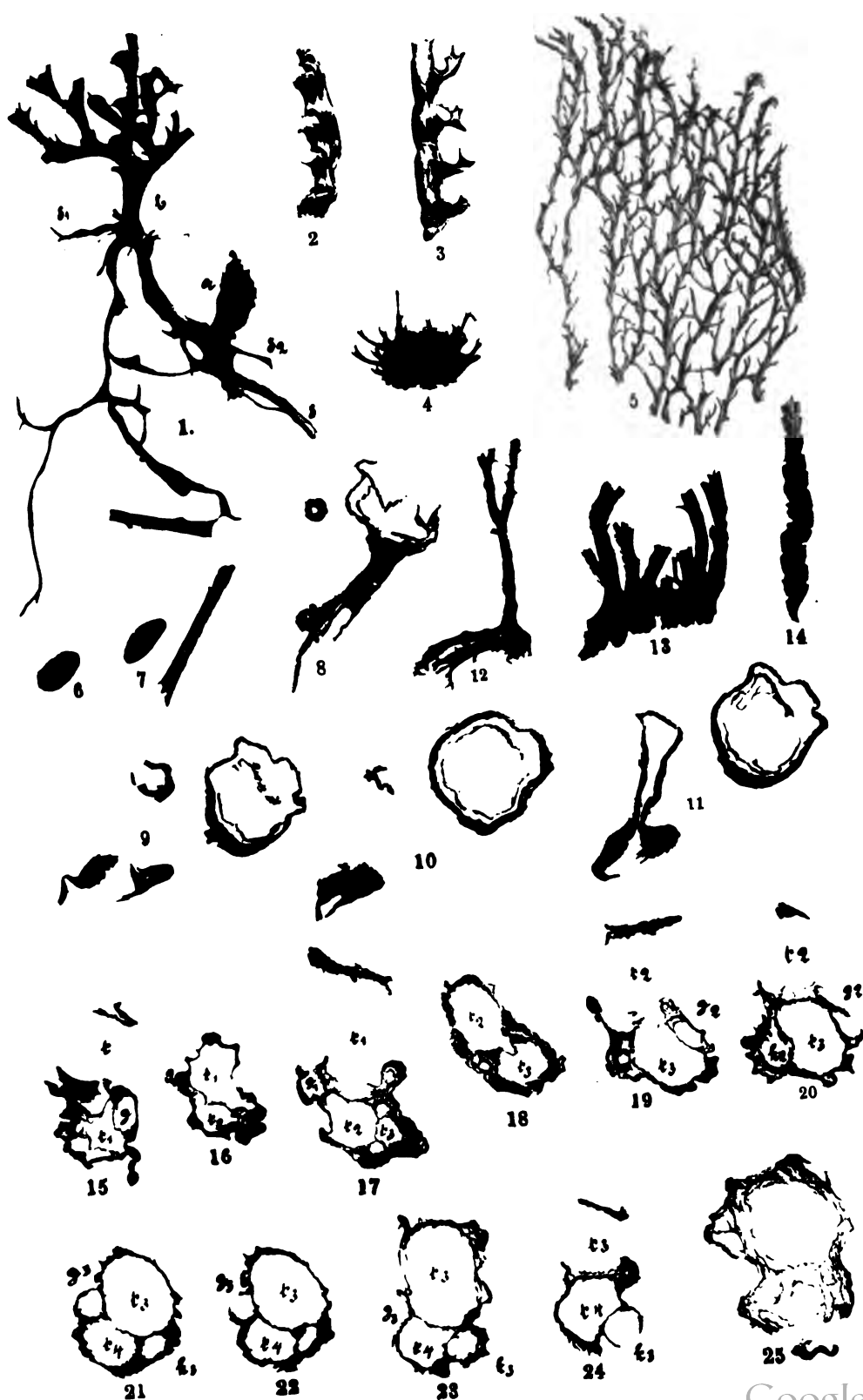
Fig. 2.

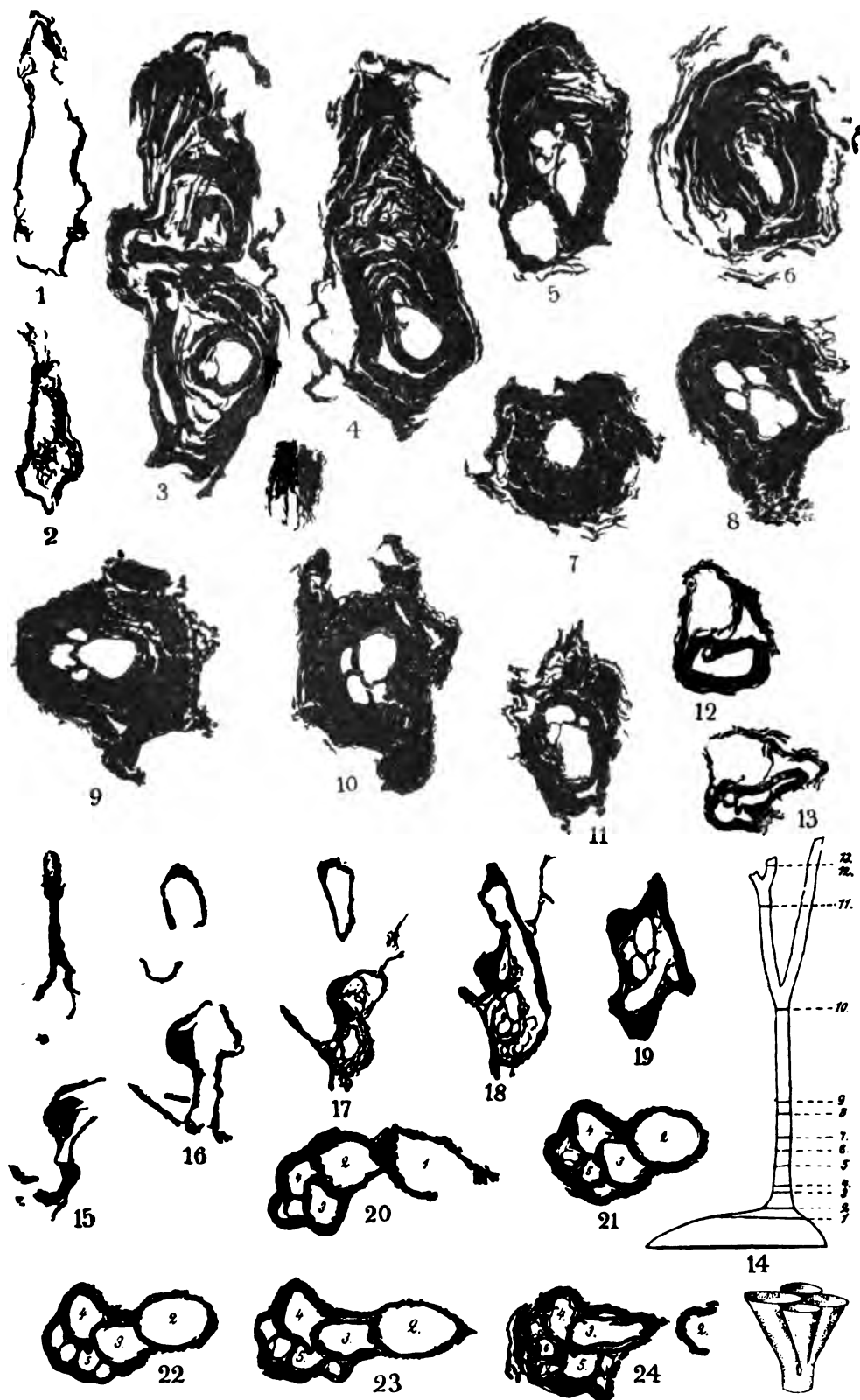


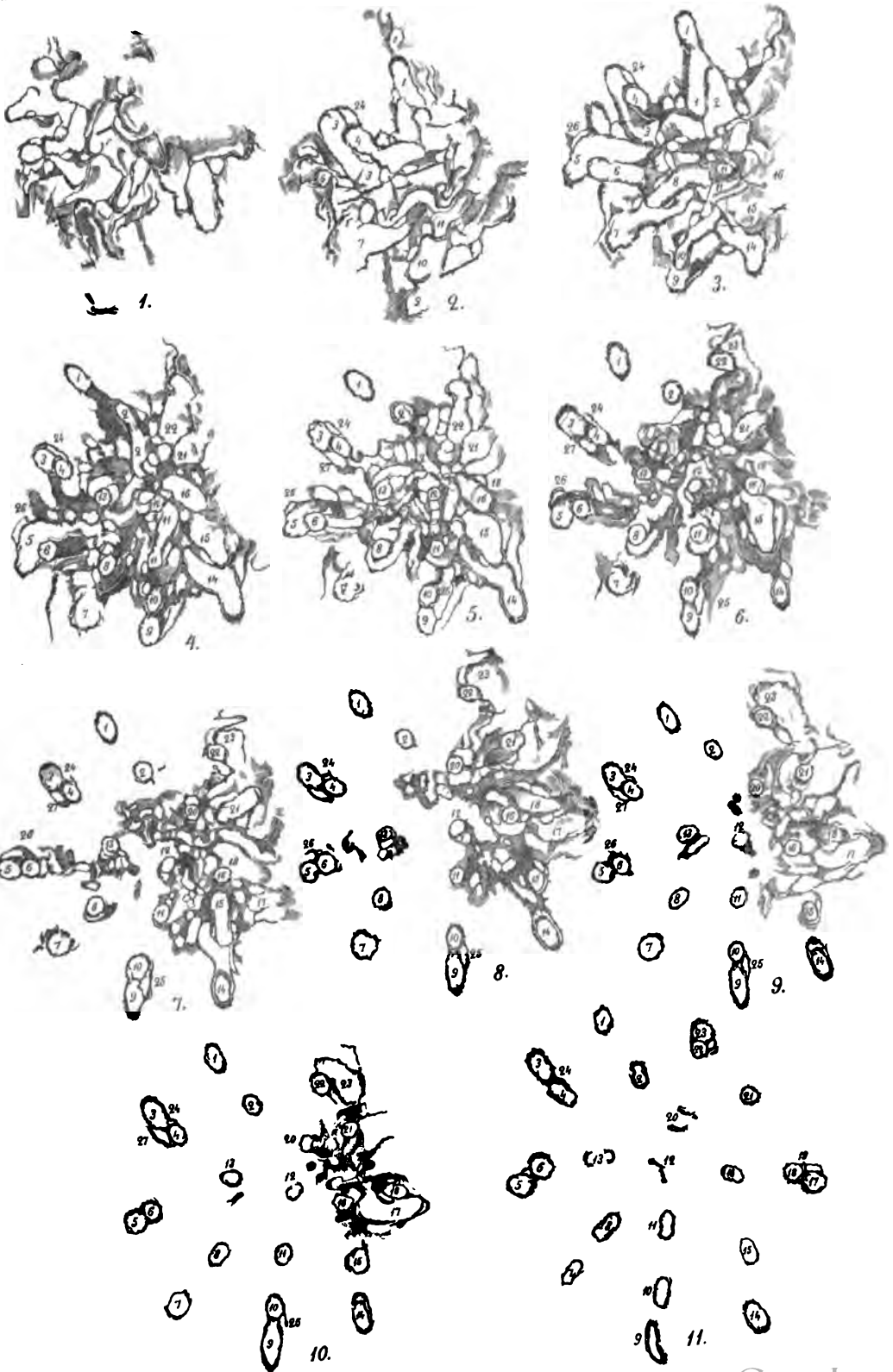
Fig. 1.

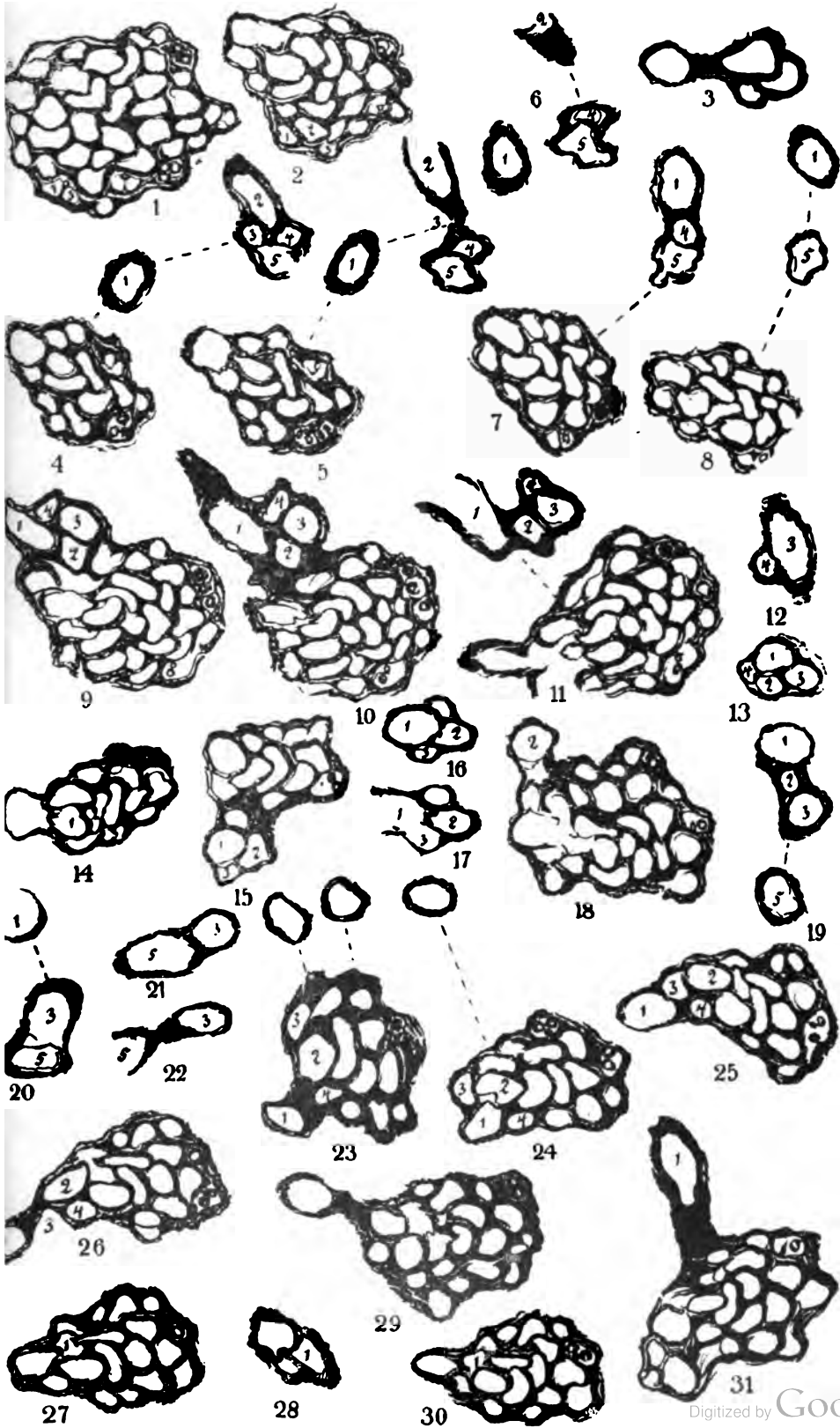


Fig. 2.









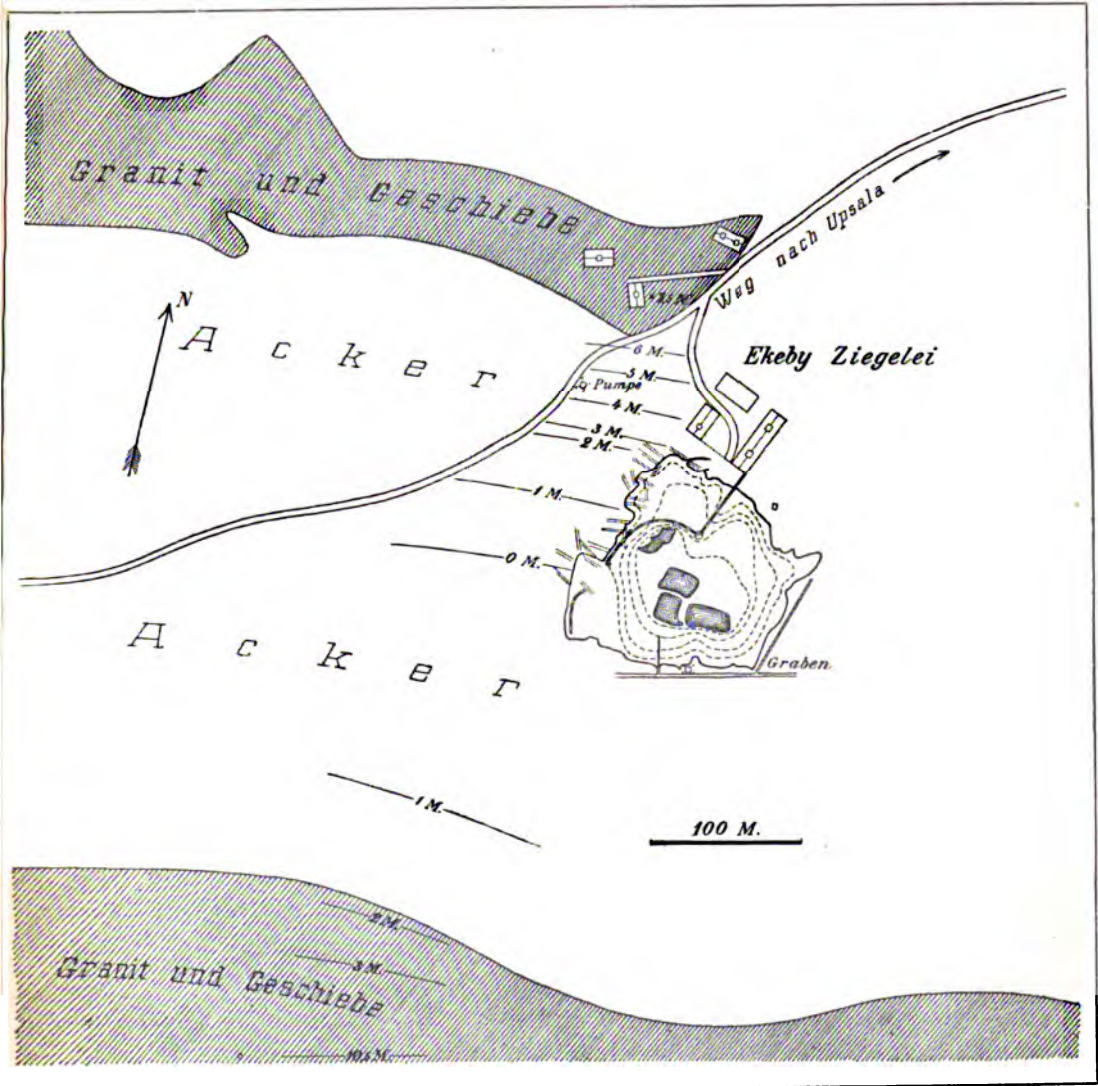


Fig. 1.

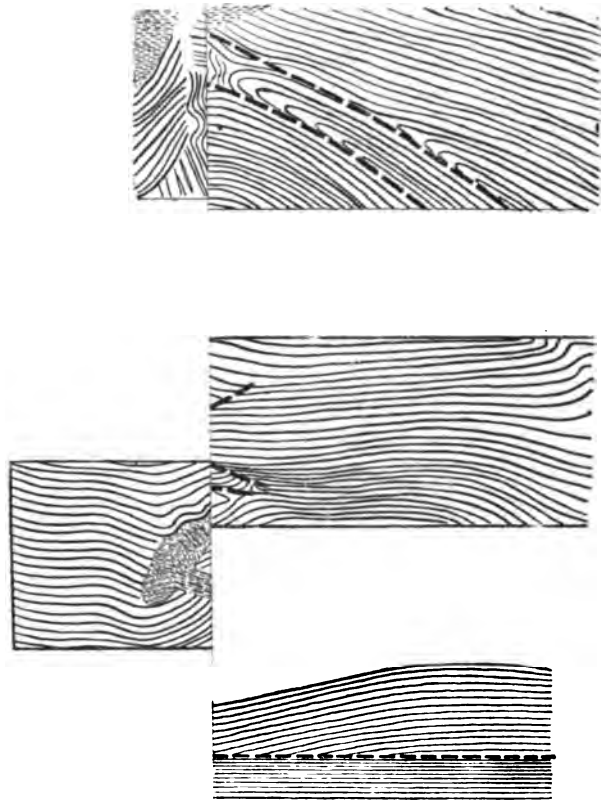


Fig. 5.

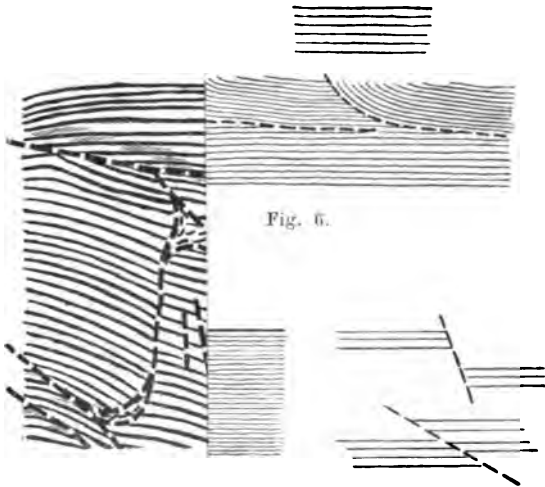
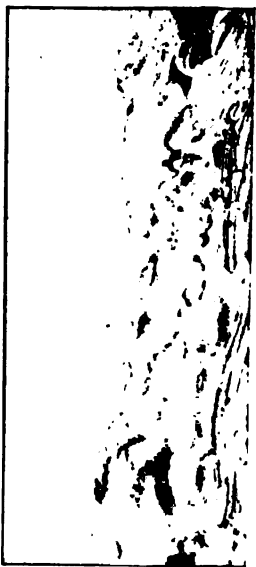


Fig. 6.

Fig. 8.



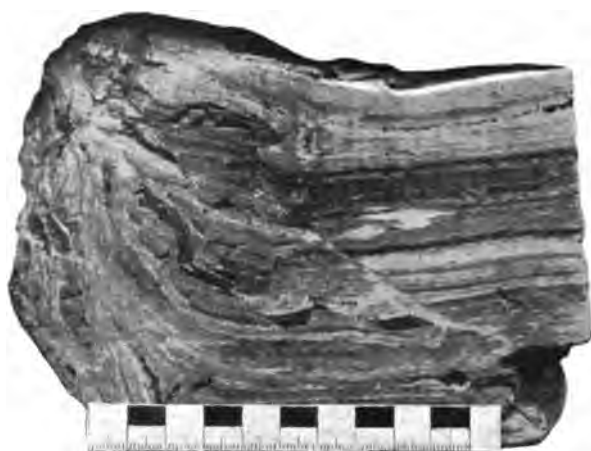


Fig. 15.



Fig. 16.



Fig. 17.



Fig. 18.



Digitized by Google
Fig. 19.

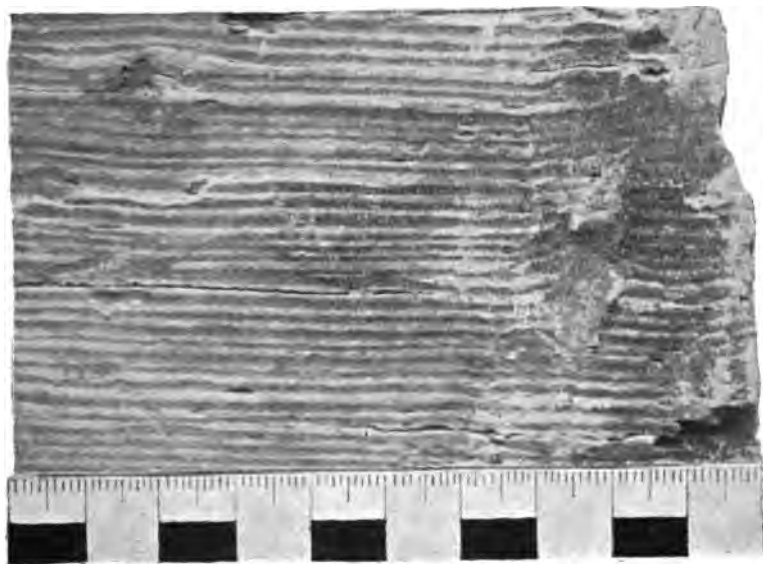


Fig. 20.



Fig. 21.

Contents of No. 6.

	Page
7. Über silurische Korallenriffe in Gotland, von Carl Wiman. (Plate VIII—X.)	311
8. Zur Kenntniss der quartären Säugethier-Fauna Schwedens, von Rutger Sernander.	327
9. Über einige Erzlagerstätten der Atacamawüste, von Otto Nordenskjöld.	343
10. Über den Bau einiger gotländischen Graptoliten, von Carl Wiman. (Plate XI—XIV.)	352
11. On the interglacial Submergence of Great Britain, by Henr. Munthe.	369
12. Über mechanische Störungen und chemische Umsetzungen in dem Bänderthon Schwedens, von P. J. Holmquist. (Plate XV—XVIII.)	412
13. Über einige Mineralverwachsungen, von A. G. Högbom.	433
The Students' Association of Natural Science, Upsala. Geological and Physico-Geographical Section.	454
List of Societies, etc.	458



2

v

N. B. Publications sent in exchange for the Bulletin are to be addressed »
 R. University Library (for the Geological Institution)». Upsala.
 In all exchange matters, please correspond with the Chief Librarian,
 the University.

